RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
FERNANDO FREITAS PINTO JÚNIOR
LUIZ ALBERTO MELO DE SOUSA
(ORGANIZADORES)

# DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA

Ano 2022

Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia


| | |
|---|---|
| **Diagramação:** | Camila Alves de Cremo |
| **Correção:** | Bruno Oliveira |
| **Indexação:** | Amanda Kelly da Costa Veiga |
| **Revisão:** | Os autores |
| **Organizadores:** | Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos<br>Fernando Freitas Pinto Júnior<br>Luiz Alberto Melo de Sousa |

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

D451 Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Fernando Freitas Pinto Júnior, Luiz Alberto Melo de Sousa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0045-5
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.455222803

1. Agronomia. 2. Agricultura. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Pinto Júnior, Fernando Freitas (Organizador). III. Sousa, Luiz Alberto Melo de (Organizador). IV. Título.

CDD 630

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Ano 2022

# PREFÁCIO

A agricultura tem sido o principal pilar de desenvolvimento para o país e sua imagem está em gradativa construção. A ciência e a tecnologia têm um papel muito importante dentro deste desenvolvimento do setor agronômico.

A pesquisa em conjunto com a tecnologia, possibilitam a melhoraria da produtividade de alimentos visando almejar melhores aspectos fisiológicos e nutricionais.

Compreender a lógica da produção de alimentos, energia e fibras e suas relações diretas com a sociedade associadas ao manejo e sustentabilidade devem ser imprescindíveis, haja visto que a produção agrícola é a base da alimentação humana.

O uso de novas tecnologias permite uma maior produção em menor área com utilização de menos recursos naturais, todavia, é necessário que haja investimentos tecnológicos para que seja possível alcançar índices superiores de produção.

A obra "Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia" conta com 14 trabalhos que proporcionam ao leitor conhecimentos de âmbito agronômico sobre diversas culturas e metodologias.

A divulgação de pesquisas científicas arquivadas em acervos das Universidades e Instituições de Pesquisa devem ser colocados à disposição da população, para que a realidade da agricultura seja modificada e que à aquisição destes dados sejam aplicadas, em especial na esfera de sustentável.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior
Luiz Alberto Melo de Sousa

## SUMÁRIO

# CAPÍTULO 1

## ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO DE *Plectranthus Amboinicus* (Lour.) SPRENG

*Data de aceite: 01/03/2022*
*Data de submissão: 07/02/2022*

**Gildeon Santos Brito**
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas – Bahia
http://lattes.cnpq.br/3190987013433885

**Weyla Silva de Carvalho**
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas – Bahia
http://lattes.cnpq.br/6151744903509189

**Girlene Santos de Souza**
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas – Bahia
http://lattes.cnpq.br/4788424013248782

**Anacleto Ranulfo dos Santos**
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas – Bahia
http://lattes.cnpq.br/5257027424343125

**Uasley Caldas de Oliveira**
Universidade Estadual de Feira de Santana
Feira de Santana – Bahia
http://lattes.cnpq.br/8128685844034681

**RESUMO:** *Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng*, conhecida por hortelã de folha grossa, hortelã grande, hortelã-graúda e hortelã-gorda é uma importante erva medicinal eficaz na cura de doenças respiratórias, cardiovasculares, orais, cutâneas, digestivas e urinárias. O aumento da produção de fitomassa seca pela incorporação de adubos orgânicos ao solo tem sido demonstrado em diversas espécies de plantas medicinais e aromáticas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial da adubação orgânica, por meio da utilização de húmus de minhoca na produção de plantas de *Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da área experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas, BA. As parcelas constituíram-se de uma planta por vaso de 3 $dm^3$. Os tratamentos foram compostos por húmus de minhoca em seis diferentes volumes, 0; 75 mL; 150 mL; 225 mL; 300 mL; 375 mL e 450 mL, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições. Após 56 dias de cultivo avaliou-se: massas da matéria seca total, da folha, da parte aérea, caule, raiz, massa da matéria fresca foliar; diâmetro do caule, número de folhas, comprimento e volume de raiz, altura, área foliar, área foliar específica, razão de área foliar e razão de massa foliar. Os dados foram submetidos à análise de variância empregando-se o programa estatístico computacional "R". Maior rendimento de massa seca das folhas foi obtido com as doses de 150 e 300 mL de húmus de minhoca. A máxima produção de massa seca da parte aérea foi obtida com a dose de 150 mL de húmus. A maior quantidade de folhas observou-se no tratamento com 150 mL do composto de minhoca. É viável a adubação orgânica na produção de massa seca de *Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng*, sendo recomendada a dose 150 mL do húmus de minhoca.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hortelã-graúda, húmus de

minhoca, fitomassa.

## ORGANIC FERTILIZATION IN THE PRODUCTION OF *Plectranthus Amboinicus* (Lour.) SPRENG

**ABSTRACT:** *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng, known as thick-leaf spearmint, big mint, spearmint and spearmint is an important medicinal herb effective in curing respiratory, cardiovascular, oral, cutaneous, digestive and urinary diseases. The increase in dry biomass production by the incorporation of organic fertilizers into the soil has been demonstrated in several species of medicinal and aromatic plants. In this context, the objective of this work was to evaluate the potential of organic fertilization, through the use of earthworm humus in the production of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng plants. The experiment was carried out in a greenhouse in the experimental area of the Center for Agricultural, Environmental and Biological Sciences of the Federal University of Recôncavo da Bahia, in Cruz das Almas, BA. The plots consisted of one plant per 3dm3 pot. The treatments were composed of earthworm humus in six different volumes, 0; 75 ml; 150 ml; 225 ml; 300 ml; 375 mL and 450 mL, distributed in a completely randomized design, with 5 replications. After 56 days of cultivation, it was evaluated: total dry matter, leaf, aerial part, stem, root weights, mass of leaf fresh matter, stem diameter, number of leaves, root length and volume, height, leaf area, specific leaf area, leaf area ratio and leaf mass ratio. Data were submitted to analysis of variance using the computational statistical program "R". Higher yield of dry mass of leaves was obtained with doses of 150 and 300 mL of earthworm humus. The maximum production of dry mass of the aerial part was obtained with the dose of 150 mL of humus. The largest amount of leaves was observed in the treatment with 150 mL of earthworm compost. Organic fertilization is viable in the production of dry mass of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng, being recommended the dose of 150 mL of earthworm humus.
**KEYWORDS:** Spearmint, earthworm humus, phytomass.

## INTRODUÇÃO

*Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng* é uma planta herbácea, perene, suculenta e mede cerca de 1 metro de altura (GURGEL, 2007). Com origem na Ásia Oriental e distribuição por toda a América, esta espécie dispõe de várias expressões com sentido parecido como hortelã de folha grossa, hortelã grande, hortelã-graúda e hortelã-gorda (LUKHOBA et al., 2006).

Muitas espécies de *Plectranthus* têm valores econômicos e medicinais. Dentre elas, *Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng* é uma importante erva medicinal aromática repleta de propriedades terapêuticas e nutricionais atribuídas aos seus compostos fitoquímicos naturais, que são altamente valorizados na indústria farmacêutica. Possui também propriedades hortícolas devido à sua natureza aromática e capacidade de produção de óleo essencial. A planta apresenta uma ampla gama de propriedades biológicas e provou ser eficaz na cura de doenças respiratórias, cardiovasculares, orais, cutâneas, digestivas e urinárias, de acordo com Arumugam et al. (2016). Devido aos benefícios para a saúde

humana, seu cultivo está em constante expansão, sendo bastante comercializada geralmente por agricultores familiares em diversas regiões do mundo.

De acordo Soares et al. (2017), esta planta é comumente utilizada nos formatos de óleos, chás e de lambedores. No entanto, o autor destaca que apesar de seu uso tão difundido, existem poucos estudos clínicos em humanos sobre sua aplicação. A falta de conhecimentos acerca do uso se torna empecilho para o aumento do cultivo da espécie, uma vez que os produtores se sentem desestimulados.

Segundo Carvalho (2015) as plantas medicinais comercializadas no Brasil ainda possuem uma baixa qualidade. Sendo que os principais problemas que acometem esta situação estão relacionados ao teor de princípio ativo menor do que o recomendado ou esperado; presença de elementos estranhos; falsificações; e, em alguns casos, presença de resíduos de agroquímicos. A fim de evitar acúmulo de resíduos tóxicos, que comprometam a composição e o efeito terapêutico esperado, não é recomendado o uso de adubos químicos no manejo das plantas medicinais; tendo como artifício priorizar o cultivo orgânico com base em técnicas agroecológicas.

Em se tratando de produção de espécies medicinais é comum recomendar a adubação orgânica, em virtude de seus resultados e a segurança na qualidade dos produtos finais. O húmus de minhoca, por sua vez, tem se mostrado um importante potencial no cultivo de plantas. Este substrato, que nada mais é do que as excreções da minhoca, quando aplicado ao solo interfere de forma benéfica sobre as características físicas, químicas e biológicas, atuando na sua conservação e auxiliando no desenvolvimento dos vegetais (SCHIEDECK, 2006). Os autores Araújo et al. (2012) também citam que o húmus de minhoca, por ser rico em fósforo, cálcio e potássio, podendo fazer parte da composição de substratos para produção de plantas orgânicas.

A vista disso, a adubação orgânica tem papel fundamental na agricultura, em especial a familiar por haver poucas exigências quanto a sua aplicação. Contudo, o aprimoramento de técnicas que permitam a redução de custos, mas que mantenham as características fisiológicas e produtivas ótimas para as plantas, se fazem necessárias para o pequeno produtor rural.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial da adubação orgânica, por meio da utilização de húmus de minhoca na produção de plantas de *Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido de abril a junho de 2021 em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), na cidade de Cruz das Almas, região situada no Recôncavo Sul da Bahia. Localizada a 200 m de altitude acima do nível do mar, latitude 12°40’0” S e

longitude 39°06'0" W de Greenwich. Em acordo com a classificação de Köppen, a cidade apresenta clima Aw a Am, tropical quente e úmido; dispondo de pluviosidade média anual de 1224 mm, com maiores ocorrências de chuva no período que abrange entre os meses março e junho.

A produção das mudas foi feita por meio de estacas retiradas de plantas matrizes situadas na cidade de Feira de Santana, na qual foram padronizadas para aproximadamente 10 cm, priorizando as partes intermediárias do caule que continham duas gemas axilares. Em seguida foram plantadas em copos descartáveis com capacidade de 200 ml de volume, contendo o substrato comercial Tropstrato HT; sendo acondicionadas por 30 dias até que ficassem prontas para o transplantio.

Quando as mudas continham ao menos um par de folhas totalmente expandidas, foram selecionadas de acordo com a altura e tamanho do par de folhas com o objetivo de uniformização dos componentes experimentais. Após padronização, elas foram transplantadas para vasos de plástico com capacidade de 3 $dm^3$ contendo os tratamentos.

Os tratamentos foram compostos por húmus de minhoca (Tabela 1) em seis diferentes volumes, sendo: 75 ml; 150 ml; 225 ml; 300 ml; 375 ml e 450 ml, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, mais o tratamento adicional da testemunha no qual utilizou-se latossolo amarelo, com 5 repetições.

| Amostras | pH | P | K | $Ca^{2+}$ | $Mg^{2+}$ | SB | H+Al | V | M.O | CTC (t) | CTC (T) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $H_2O$ | ---- mg/dm3---- | | | ---- cmol(c)/dm3 --- | | | -------% ----- | | --cmol(c)/dm3 -- | |
| Solo 0-20 | 6,3 | 18,6 | 70,2 | 3,0 | 2,2 | 5,4 | 4,8 | 53 | 3,0 | 5,4 | 10,2 |
| Húmus | 7,8 | 270,5 | 4703,4 | 3,0 | 8,0 | 50 | 1,6 | 97 | 9,9 | 50 | 51,6 |

**pH em água, KCl e $CaCl_2$- Relação 1:2,5; P e K – Extrator Mehlich 1; $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$ e $Al^{3+}$ - Extrator KCl 1 mol/L; H + Al – Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L – pH 7,0; SB – Soma de bases trocáveis; CTC (T) – Capacidade de troca catiônica (pH 7,0); MO – C. Org x 1,724 – Método Walkley-Black;V – Índice de Saturação por bases.

Tabela 1: Características químicas do latossolo amarelo e húmus de minhoca utilizados em experimento.

Percorridos 56 dias após o transplantio foram realizadas as seguintes avaliações: massas da matéria seca total (MST), das folhas (MSF), da parte aérea (MSPA), do caule (MSC), raiz (MSR), massa da matéria fresca foliar (MFF), altura das plantas (ALT), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), comprimento de raiz (CR), volume de raiz (VR), área foliar (AF), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF) e razão de massa foliar (RMF).

As massas da matéria seca foram determinadas por balança analítica de precisão $10^{-3}$, após os componentes serem particionados em folha, caule e raiz, no qual as folhas

foram pesadas imediatamente após seccionadas, e em seguida destinadas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65ºC ± 2ºC por um período de 72 horas. A ALT foi medida com o auxílio de régua graduada a partir do colo ao ápice da gema terminal; o DC mensurado a 1 cm do substrato, com o auxílio do paquímetro digital de precisão 0,01 mm; o CR foi medido com fita métrica graduada até a ponta da raiz principal e o número de folhas por contagem manual. A AF por planta foi determinada pela relação de MSF e massa da matéria seca de 10 discos foliares, coletados com o auxílio de um perfurador de área conhecida (6mm), evitando as regiões de nervura central, conforme proposto por Peixoto et al. (2011). A AFE, RAF e RMF foram determinadas a partir dos valores de AF, MSF e MST, ambas expressas em grama, a partir de fórmulas matemáticas descritas pelo mesmo autor.

Para determinar a significância entre os tratamentos, os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa estatístico computacional "R" (R Development Core Team, 2018), e feitos estudos de regressão polinomial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No cultivo de *Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng* o acréscimo de húmus de minhoca promoveu aumento nas variáveis analisadas em relação à testemunha, com exceção da massa da matéria seca de raiz, na qual doses muito elevadas foram desfavoráveis em comparação ao tratamento controle. Não foi observada significância para as variáveis diâmetro do caule, comprimento de raiz e área foliar específica (Tabela 2).

| **Fonte de variação** | **Quadrado médio** | | |
|---|---|---|---|
| | **DC** | **CR** | **AFE** |
| Tratamento | 5,65$^{ns}$ | 114,10$^{ns}$ | 0,04$^{ns}$ |
| Erro | 3,31 | 80,08 | 0,02 |
| CV (%) | 25,71 | 27,08 | 25,9 |

*ns não significativo ao nível de 0,01% e 0,05%, (CV) coeficiente de variação, (ERRO) quadrado médio do resíduo.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as variáveis diâmetro do caule (DC), comprimento de raiz (CR) e área foliar específica (AFE)

O tratamento que promoveu melhores resultados em termos de massa da matéria seca das folhas e caules foi a dose 150 mL de húmus de minhoca, desenvolvendo tendência cúbica para ambas as variáveis (Figura 1 A e B). A aplicação em doses elevadas de húmus de minhoca prejudica a eficiência de absorção de nutrientes pela planta (SOUSA et al., 2003), tal como foi possível verificar efeito semelhante neste trabalho, no qual provavelmente o excesso de um elemento inviabiliza a absorção de outro.

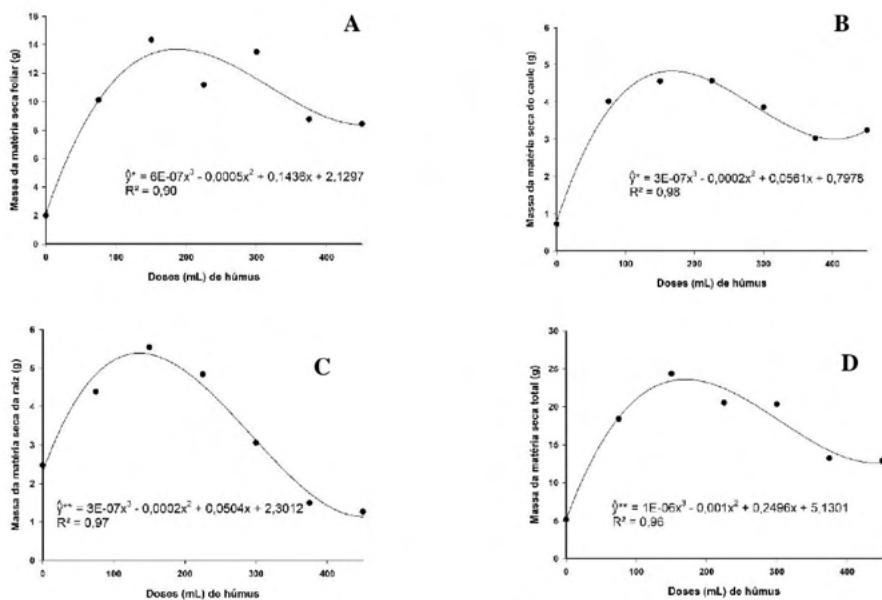



Figura 1. A) Massas da matéria seca foliar (MSF), B) caule (MSC), C) raiz (MSR) e D) total (MST) de *Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng*; em função de doses de húmus de minhoca. Cruz das Almas, UFRB, 2021.

O tratamento controle se mostrou ineficaz para os parâmetros massa da matéria seca das folhas e caule, evidenciados acima, revelando que a adubação orgânica como forma de otimizar a produção se torna altamente viável. Silva et al. (2006), trabalhando com plantas de rabanete observaram que o teor de matéria orgânica apenas com solo não permitiu que as plantas expressassem seu máximo potencial nas variáveis de massa seca. Provando a necessidade do incremento de adubação nos solos cultivados.

Verificou-se que as massas secas de raiz e total das plantas foram incrementadas com a aplicação do húmus de minhoca (Figura 1 C e D), pois o mesmo contém nutrientes essenciais às plantas, em formas mais disponíveis, especialmente o nitrogênio (SILVA et al*.,* 2006).

Altas doses de húmus no substrato promoveram resultados menos desejados do que os vistos em sua ausência, para a variável massa seca de raiz (Figura 1 A). Este acontecimento possivelmente se deveu pelo excesso de nutrientes disponível para as plantas, uma vez que os húmus produzidos pelas minhocas são em média 70% mais rico em nutrientes que os húmus convencionais. Segundo Oliveira et al. (2001), o nitrogênio é quase cinco vezes maior que antes de passar pelo seu trato digestivo, enquanto o fósforo é sete, o potássio é onze e o magnésio é três vezes maior.

A máxima produção de massa da matéria seca da parte aérea foi obtida com a dose de 150 mL de húmus de minhoca, o mesmo ocorrendo com a fitomassa fresca das folhas

(Figura 2 A e B), revelando que poucas quantidades desse adubo orgânico satisfazem a necessidade da planta para estes parâmetros. Esta ocorrência pode ser explicada pelo fato de que os nutrientes de húmus são mais biodisponíveis para as plantas cultivadas (KIEHL, 1985). Contudo, houve declínio para as doses superiores à ótima, onde os autores Altieri et al. (2010) também identificaram que altas doses deste composto ocasionaram toxicidade em plantas de morango, possivelmente pelos altos teores de minerais presentes.

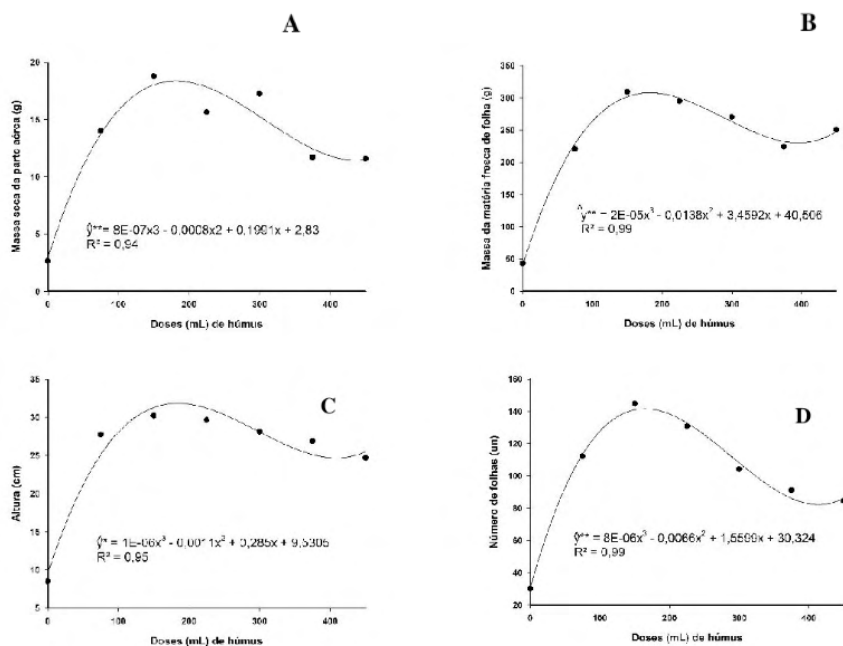



Figura 2. A) Massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), B) massa da matéria fresca foliar (MFF), C) altura (AL), D) número de folhas (NF) de plantas de *Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng*; em função de doses de húmus de minhoca. Cruz das Almas, UFRB, 2021.

O emprego do húmus de minhoca no substrato resultou em maiores incrementos na altura das plantas, não havendo diferença significativa entre os tratamentos com adubação e sendo altamente superiores ao tratamento controle (Figura 2 C). Esta resposta positiva ao efeito dos tratamentos é explicada por Carneiro (1995) apud Góes et al. (2011), o qual diz que isso pode ser atribuído ao fato dos húmus de minhoca ser um componente orgânico que melhora as condições físicas do substrato, acelerando o processo microbiológico e apresenta uma alta capacidade de troca catiônica, sendo rico em nutrientes que são rapidamente liberados para as plantas. Com esta afirmação é possível notar que não só as características químicas do solo exercem papel importante para o desenvolvimento das plantas, os atributos físicos são tão relevantes quanto.

Por outro lado, as doses do húmus influenciaram de forma diferenciada para

o número de folhas, com as doses ótimas 150 e 225 mL do húmus de minhoca. Este parâmetro apresentou comportamento crescente até a dose 150 mL, a partir da qual mudou a tendência para decrescente, revelando que elevadas doses foram desfavoráveis para tal (Figura 2 D).

O parâmetro RMF, definido pela relação entre a massa da matéria seca retida nas folhas e a massa da matéria seca retida na planta, seguiu tendência linear, sendo possível observar significância dos níveis de adubação em comparação à ausência da mesma (Figura 3A). Apesar de se apresentar linearmente, este efeito está em consonância aos obtidos para as variáveis massa seca das folhas e total, uma vez que as correlaciona.

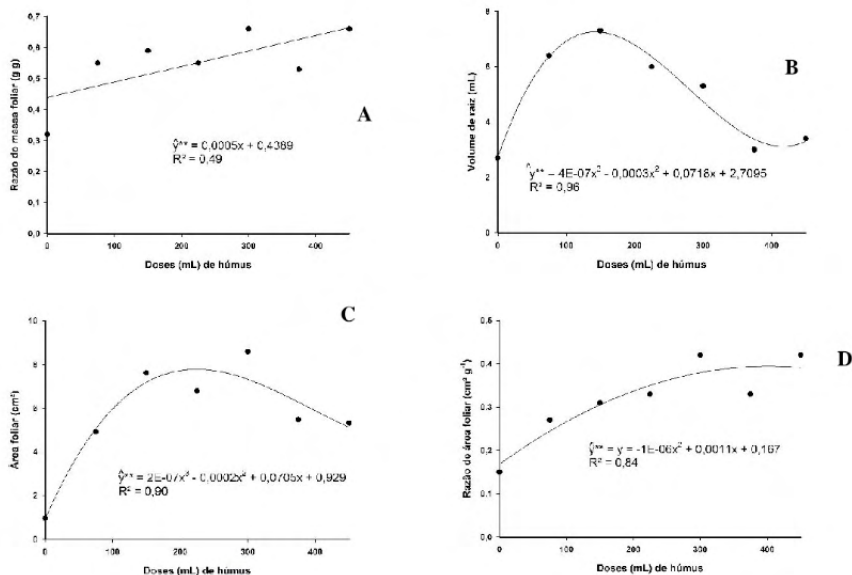



Figura 3. A) Razão de massa foliar (RMF), B) volume de raiz (VR), C) área foliar (AF) e D) razão de área foliar (RAF) de plantas de *Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng*; em função de doses de húmus de minhoca. Cruz das Almas, UFRB, 2021.

Em se tratando do volume de raiz (Figura 3 B), foram encontrados resultados semelhantes ao de massa da matéria seca deste mesmo órgão, sendo que a ausência de adubação e o excesso da mesma não possibilitaram pleno desenvolvimento ao sistema radicular. Armond et al. (2016) defendem que o húmus de minhoca serve como fonte de energia e nutrientes para o desenvolvimento de muitos grupos de organismos, principalmente microrganismos, e como produto de sua decomposição é possível a liberação contínua de CO2, $NH_4^+$, íons de P, S, e micronutrientes no substrato, sendo estes de grande importância para o ciclo dos vegetais e diretamente relacionado à fotossíntese. Contudo, o excesso de alguns destes parâmetros, como é o caso do NH4+ no meio, podem causar efeitos danosos principalmente ao órgão da planta que está em contato direto, conforme afirma Hachiya et al. (2012) que altos níveis de amônio nos tecidos celulares, podem ser tóxicos e provocar

efeitos negativos sobre o crescimento radicular e da parte aérea.

Proporções intermediárias de húmus foram as mais favoráveis para o incremento da área foliar em plantas de hortelã-grossa, mais especificamente 300 mL de húmus de minhoca (Figura 3 C). Isso provavelmente tenha ocorrido devido ao equilíbrio de nutrientes disponíveis para as plantas, em especial o nitrogênio (N), magnésio (Mg), enxofre (S), potássio (K), fósforo (P) e cálcio (Ca), pois conforme observado por Maia et al*.* (2014) em estudos com omissões destes e outros elementos em plantas de pinhão-manso, estes exercem influência direta no que diz respeito a área foliar.

Os autores Carelli et al. (1996), notaram que a deficiência de N provocou diminuição de 31% na taxa de fotossíntese de plantas de girassol, sendo explicado por Prado et al*.* (2007), devido a relação com o decréscimo na quantidade da enzima rubisco, visto que parte do nitrogênio total da folha está alocada nesta enzima. Deste modo, podemos inferir que ocorre interferências em todo o metabolismo do vegetal, causando alterações citológicas que refletem no desempenho das plantas, fator que pode estar atrelado a ausência do húmus, uma vez que o mesmo disponibiliza elevadas quantidades do referido nutriente.

Já a razão de área foliar, expressa pela divisão entre a área foliar e a massa seca total, por consistir na divisão de um número pequeno por outro relativamente grande, obteve maiores médias para os tratamentos com altas doses do húmus de minhoca (Figura 3 D). A RAF é a relação de quanto de área foliar é necessário para produzir um grama de matéria seca total; podendo ser influenciada por diversos fatores além da adubação, como a idade das plantas (PEIXOTO et al., 2011; ARAÚJO et al., 2012).

## CONCLUSÃO

As doses de húmus de minhoca testadas influenciaram significativamente as variáveis analisadas, com exceção para o comprimento radicular, massa da matéria seca da raiz e diâmetro do caule.

Plantas de *Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng* se desenvolvem melhor com a dose 150 mL de húmus de minhoca, havendo maiores incrementos nos atributos de melhor interesse econômico como massa da matéria fresca e seca das folhas, massa da matéria seca da parte aérea e número de folhas.

Tanto a ausência quanto o excesso da adubação com húmus de minhoca proporcionam efeitos fitotóxicos para os vegetais, revelando a necessidade de se identificar as doses ideais para cada cultura.

## REFERÊNCIAS

ALTIERI, R. *et al.* Use of olive mill waste mix as peat surrogate in substrate for strawberry soilless cultivation. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 64, n. 7, p. 670-675, 2010.. http://dx.doi.org/10.1016/j.ibiod.2010.08.003.

ARAUJO, A. C. *et al.* Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de mamoeiro Formosa. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 1, n. 8, p. 210-216, 2012.

ARAUJO JUNIOR, B.B. *et al*. Crescimento do milho com controle de plantas daninhas via consorciação com gliricídia. **Planta Daninha**, v. 30, n. 4, p. 757-766, 2012. http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582012000400009.

ARAUJO NETO, S. E. *et al*. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1408-1413, 2009. http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782009005000099.

ARMOND, Cintia *et al*. Desenvolvimento inicial de plantas de abobrinha italiana cultivada com húmus de minhoca. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 439-442, 2016. http://dx.doi.org/10.1590/s0102-05362016003022.

ARUMUGAM, G. *et al. Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng: Botanical, Phytochemical, Pharmacological and Nutritional Significance. **Molecules**, Malásia, v. 21, n. 4, p. 1-26, mar. 2016.

CARELLI, M. L. C. et al. Níveis de nitrogênio, metabolismo, crescimento e produção de girassol. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.8, n.2, p.123-130, 1996.

CARVALHO, L. Orientações Técnicas para o Cultivo de Plantas Medicinais Aromáticas e Condimentares. 1º ed. Aracaju SE: **Embrapa tabuleiros costeiros**. Outubro, 2015. 11 p.

GÓES, G. B. et al. Utilização de húmus de minhoca como substrato na produção de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde**, v. 6, n. 4, p. 125-131, 2011.

GURGEL, A. P. A. D.. **A importância de *Plectranthus amboinicus (Lour.)* Spreng como alternativa terapêutica - métodos experimentais**. 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/3510/1/arquivo6107_1.pdf. Acesso em: 15 jan. 2022.

HACHIYA, T. *et al*. Nitrate Addition Alleviates Ammonium Toxicity Without Lessening Ammonium Accumulation, Organic Acid Depletion and Inorganic Cation Depletion in Arabidopsis thaliana Shoots. **Plant And Cell Physiology**, v. 53, n. 3, p. 577-591, 2012. Oxford University Press (OUP). http://dx.doi.org/10.1093/pcp/pcs012.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. S. ed. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

LARNEY, F. J. *et al*. The role of organic amendments in soil reclamation: a review. **Canadian Journal Of Soil Science**, [S.L.], v. 92, n. 1, p. 19-38, 2012. Canadian Science Publishing. http://dx.doi.org/10.4141/cjss2010-064.

LUKHOBA, C. W. *et al.* Plectranthus: a review of ethnobotanical uses. **Journal Of Ethnopharmacology**, v. 103, n. 1, p. 1-24, 2006. http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2005.09.011.

MAIA, J. T. L. S. *et al.* Omissão de nutrientes em plantas de pinhão-manso cultivadas em solução nutritiva. **Revista Ceres**, [S.L.], v. 61, n. 5, p. 723-731, out. 2014. http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201461050016.

OLIVEIRA, A. P. et al. Produção de raízes de cenoura cultivadas com húmus de minhoca e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 77-80, 2001.

PEIXOTO, C. P. *et al*. ANÁLISE QUANTITATIVA DO CRESCIMENTO DE PLANTAS: Conceitos e Prática. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 51-76, 2011.

PRADO, R. M. et al. Omissão de macronutrientes no desenvolvimento e no estado nutricional de plantas de sorgo (cv. BRS 3010) cultivadas em solução nutritiva. **Científica**, v. 35, n. 2, p. 122-128, 2007.

SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M. M. **Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar**. Embrapa Clima Temperado-Circular Técnica (INFOTECA-E), Pelotas, RS, p. 1-12, dez. 2006.

SILVA, C. J. *et al.* CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE RABANETE CULTIVADO COM DIFERENTES DOSES DE HÚMUS DE MINHOCA E ESTERCO BOVINO. **Ceres**, Viçosa, v. 305, n. 53, p. 25-30, 18 abr. 2006.

SOARES, R. S. *et al*. Efetividade do uso do chá da hortelã-da-folha-grossa no tratamento da gripe: protocolo para um ensaio clínico randomizado. **In: CONGREPICS**. **Resumo expandido.** Campina Grande: Pics, 2017. p. 1-6.

SOUSA, A. H. *et al.* Produção de biomassa na parte aérea da erva cidreira (Melissa ssp.) em função de doses de esterco bovino, húmus de minhoca, composto orgânico e NPK em casa de vegetação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 3, n. 2, p. 1-11, 2003.

# CAPÍTULO 2

## AGROECOLOGIA EM SÃO LUÍS: QUEM PODE CONTRIBUIR NA SOBERANIA ALIMENTAR DE NOSSA POPULAÇÃO?

*Data de aceite: 01/03/2022*

**Weicianne Kanandra Marques Diniz**
Discente do curso de Licenciatura em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA, campus São Luís – Monte Castelo

**Georgiana Eurides De Carvalho Marques**
Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede Bionorte pela Universidade Federal do Amazonas. Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA, campus São Luís – Monte Castelo.

**Djanira Rubim dos Santos**
Doutoranda em Química pelo Doutorado Associativo IFMA/UFMA

**Priscilla Maria Ferreira Costa**
Mestre em Contabilidade e Administração- FUCAPE ENSINO E PARTICIPAÇÕES LIMITADA (Fucape-MA)
Fucape-MA, Brasil.

**Rodrigo Dominici Silva**
Graduado em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão(UEMA)

**RESUMO**: Este trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica sobre a agroecologia e os locais de comercialização de alimentos produzidos pelos agricultores de São Luís/MA. Foram investigadas pesquisas em bases de dados de 2002 a 2021 para compilação de informações. A agroecologia mostrou-se como uma ciência promissora para enquadramentos dos agricultores familiares visto que sua abrangência vai além da produção de alimentos, mas sim a busca da sustentabilidade alicerçada em vários princípios humanos, éticos, ambientais, culturais, econômicos e sociais. Já para a comercialização de alimentos em São Luís percebeu-se a importância das feiras livres e das políticas públicas para que estes alimentos possam ser disponibilizados para os consumidores locais. O caminho agroecológico para produção e comercialização de produtos oriundos da agricultura familiar em São Luís pode contribuir para uma alimentação mais saudável para os consumidores e para a conservação dos meio ambiente e para a sustentabilidade.
**PALAVRAS-CHAVE:** Agroecologia, Agricultores, comercialização, produção, soberania.

## AGROECOLOGY IN SÃO LUIS:WHO CAN CONTRIBUTE TO SOVEREIGNTY FOOD FROM OUR POPULATION?

**ABSTRACT**: This work is about a bibliographic review on agroecology and the places where food is sold - by farmers in São Luís/MA. Database searches from 2002 to 2021 were investigated to compile information. Agroecology proved to be a promising science for the framing of family members, as its scope goes beyond food agriculture, but rather the pursuit of sustainability in various human, ethical, environmental, cultural, economic and economic principles. For a food promotion for São Luís foods, the importance for the foods disclosed so that these foods can be disseminated to local consumers is free. The agroecological path for the production and commercialization of products from family

farming in São Luís can contribute to a healthier diet for consumers and to the conservation of the environment and sustainability.

**KEYWORDS**: Agroecology, Farmers, Marketing, Production, Sovereignty.

## INTRODUÇÃO

A agroecologia é uma ciência baseada na construção popular de saberes entre setores camponeses, indígenas e técnicos de diferentes áreas como de ecologistas, agrônomos, sociólogos, antropólogos, entre outros.(GUZMÁN et al, 2015)

O conhecimento tradicional e científico se destaca na agroecologia com perspectivas importantes na questão da produção agroecológica e da agricultura de sustentabilidade, associado ao eixo temático das ciências com procedimentos científicos.(GUZMAN, 2002)

As características e os marcos de potencialidades em questão de indivíduos no qual queiram criar grupos para o meio de produção e para comercialização de produtos e alimentos com objetivos de fiscalização, moral, ética, tarefas de forma individual no contexto de ser criterioso ao lado do consumidor e na eficiência da alimentação e manuseio de atributos relevantes. (NEMA, 2008).

O fator agroecológico é presente contexto de modernização com aspecto de interação de conhecimentos, buscando se aprimorar na construção e produção de potenciais socioambientais.(CAPORAL, 2011)

A Agroecologia é definida como uma área da ciência que se transforma ou está em constante edificação para melhoria de um novos conhecimentos, propósitos, características, funções no campo científico com referenciais e pensamentos teóricos como marco de grande avanço na ciência, mediante a disciplinas da matriz curricular.Portanto, se atribui a uma condição ou orientação de aspecto tecnológico ou nos objetos de estudo na agronomia e ecologia na produção desde a mais diversificada e mais complexa com eixos culturais, históricos, econômicos, sociais, ambientais, educacionais, políticos e sustentáveis.(CAPORAL E COSTABEBER, 2015).

Na perspectiva de reunir elementos sobre a produção e comercialização de alimentos no município de São Luís/MA e conhecimento sobre agroecologia, construiu-se este artigo de revisão para subsidiar elementos para o desenvolvimento de pesquisas que busquem agricultores agroecológicos para comercializar seus produtos nas feiras de São Luís/MA.

## METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma revisão bibliográfica baseada em uma pesquisa descritiva e exploratória sobre o tema agroecologia e a comercialização de alimentos em São Luís/MA. Para elaboração desse artigo foi utilizado buscas de dados como Plataforma Google Acadêmico, Scielo, BDPA e outros periódicos científicos. Foram pesquisados

artigos científicos publicados entre anos de 2002 a 2021, selecionados artigos escritos em português e inglês. Os critérios desfrutados no artigo tiveram como prioridade os fundamentos da agroecologia. (ALTIERI, 2012).Com levantamento bibliográfico publicados em dissertações, teses, artigos e monografias com a finalidade de obter conhecimento e sabedoria sobre o fenômeno no intuito de esmiuçar em conclusão. (FONSECA, 2002)

## AGROECOLOGIA

A finalidade da observação científica estar associada a pesquisa sobre ecossistemas e processos alimentares no qual se destaca aos fatores importantes na agroecologia como o eixo temático de agricultura com uma perspectiva de buscar revolução nas questões de pensamento ao agricultor, mudanças e consumo de alimentos em fases de processamento e suas atribuições ao meio ambiente e a sociedade.( DIXON et al, 2018 ).

Agroecologia é a integração de pesquisas, educação, ação e mudanças que propiciam sustentabilidade para todas as partes do sistema alimentar, ecológica, econômica e social, com caráter transdisciplinar com a valorização de diferentes formas de conhecimentos e experiências direcionadas para a transformação do sistema alimentar de forma participativa com o envolvimento de todos os sujeitos, de agricultores e consumidores (GLIESSMAN, 2018).

Como ciência a agroecologia aponta para o desenvolvimento de um novo paradigma através da construção de conhecimentos contextualizados (LACEY, 2019), por meio de metodologias, posturas diferenciadas das pesquisadoras e pesquisadores, compartilhando conhecimentos (SANTOS, 2010).

Com a aplicação dos princípios de forma progressiva em vários locais, com práticas diferentes adotadas em sítios e contextos distintos e interpretados para melhorar a integração da natureza e a justiça e dignidade das pessoas e outros seres vivos e processos. ( DIXON et al, 2018 ).

As características da Agroecologia se contextualizam por um conhecimento científico e técnico com objetivo específico de estimular uma transformação e inovação do setor rural e no meio da agricultura, juntamente com as concepções de orientação que presta assistência de pesquisas, estudos e métodos para um universo mais sustentável socioambiental, político e econômico com distintos campos de agroecossistemas (ROBERTO et al, 2011). A agroecologia se encaixa na perspectiva de proporcionar uma firmeza no meio rural em questão de desenvolvimento de mudança da sociedade para as associações de produtividade no campo e na cidade. (DUARTE, 2009)

## COMERCIALIZAÇÃO DE ALIMENTOS EM FEIRAS DE SÃO LUÍS

De conhecimento histórico e geográfico , a cidade de São Luís do estado do

Maranhão está situada na região Nordeste do Brasil.Marcada por um Região Costeira do Estado e enquadra-se ao Norte e ao Oceano Atlântico;No eixo Sul com a baía de nome São José e no eixo e o Estreito dos Mosquitos;no eixo Leste são as baías de São Marcos e São José.Enfatizando que os municípios da Ilha são São José de Ribamar, Paço do Lumiar, Raposa e São Luís. (IMESC, 2014).

A cidade destacada como fator histórico para estudo de pesquisa a nível científico é a querida São Luís do estado do Maranhão com trajetórias e clima importante para a produção, cultivo e comercialização de alguns alimentos como frutas, legumes, hortaliças e plantas medicinais.O campo rural tem pólos rurais no município encontrados em áreas periurbanas, seguido por áreas de grande produção no abastecimento de alimentos do modelo interno.A agricultura urbana e periurbana estão ligadas ao contexto de segurança e soberania alimentar na parte de conservamento de processos naturais na atividades agrícolas de modo ao setor agroecológico em predomínio de práticas saudáveis e eficientes, livres de venenos ou agrotóxicos e adubos químicos, evitando desequilíbrio e contaminação no meio ambiente.(GOMES et al, 2018).

Mesmo com boa infraestrutura e excelente localização geográfica, o município sempre apresentou baixa produtividade agrícola, segundo o Diagnóstico socioeconômico da horticultura na Ilha de São Luís, produto de uma parceria entre o então governo do Estado do Maranhão e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae). (LEPUS, 2008)

O processo de produção na agricultura urbana e periurbana no município inserida em um percurso abastecido para um desenvolvimento da economia, com a parte dos recursos financeiros em programas sociais e municipais das Feiras livres formado por um conjunto de agricultores familiares de produção agroecológica com alimentos puros e saudáveis, de fundamental importância na segurança dos alimentos.Relatando que existem uma quantidade alta de produtos importados para o intuito de compras e revendas nas feiras livres localizadas do município. (GOMES et al, 2018).

Segundo Coelho et al. (2021), em São Luís as feiras têm seus produtos como hortaliças, carnes e outros, enfatizando só na área agronômica se destaca uma grande disponibilidade de alimentos nas feiras como verduras, frutas e legumes e quando alguns desses produtos não são produzidos na região de São Luís, uma porção vem de outro estado como por exemplo o estado do Ceará, devido à fase competitiva associado a prática dos produtores. Na região periférica de São Luís está localizado o polo de produção de muitos produtos vendidos em feiras na região, porém muitos sofrem do mesmo problema, a falta de procedimento técnico no qual se destaca a eficácia e eficiência da produtividade em hortas e o preço dos produtos para a produção e comercialização.

As observações no ambiente das feiras, são exemplificadas e definidas por um lugar de comercialização que se distancia ao processo de distribuição de diferentes programas comerciais, por exemplo supermercados e sacolões por apresentar um tempo pequeno e

uma infraestrutura maior de adequação de produção.As características distintas se frisam em período pequeno de tempo em função de consultar as demandas do consumo dos locais como as áreas metropolitanas, buscando um público alvo com escolhas boas de consumo. (GOMES et al, 2018).

## SOBERANIA, PRODUÇÃO E SEGURANÇA ALIMENTAR

No contexto histórico da agricultura, a perspectiva da produção familiar e o fornecimento do necessário de alimentos dos indivíduos diminuíram e se distanciaram de seus convívios e laços, conforme os mecanismos de produção que se fundaram (MAZOYER et al, 2002). A soberania alimentar se fundamenta em eixo histórico e político em formas e situações de ambiente e tempo buscando a conjuntura da agroalimentação e a segurança alimentar e a livre comercialização em constante crescimento global.(MCMICHAEL, 2014).

O conceito original da soberania alimentar como "o direito de cada nação de manter e desenvolver sua própria capacidade de produzir alimentos básicos, respeitando a sua diversidade cultural e produtiva". Mas essa definição foi posteriormente ampliada por diferentes grupos, e incorporou a noção do direito dos povos de definir sua própria alimentação e agricultura, de proteger e regulamentar a produção agrícola doméstica e comercializar para atingir objetivos de desenvolvimento sustentável. (AGARWAL, 2014)

Na Agroecologia é organizada por práticas de uma articulação nacional chamada segurança e soberania alimentar no desenvolvimento da Agroecologia, em algumas regiões do Brasil é identificada por princípios de articulações da agroecologia juntamente com SAN no qual se destaca a diversidade de produtos e agrobiodiversidade; relações de mercado em instituições ; hábitos e influências alimentares, informações da educação alimentar e nutricional e as políticas públicas visando uma integração dos fatores ao sistema de alimentar.é relevante marcar a segurança alimentar global como participativa em exportadores agrícolas e agroalimentares. (MALUF, 2013).

Definiu-se soberania alimentar como ação autônoma de produção de cada país a produção alimentar com o intuito de resolver as necessidades dos indivíduos.Os objetivos podem ser almejados pela história no período da reforma agrária para causar um ambiente mais distribuído, competente e acessível a todos.(ALEM et al., 2015).

A relevância do estudo da soberania alimentar caracteriza-se por movimentos sociais e políticos com a produção agropecuária em crescimento e desenvolvimento em alguns países, apresentando como e o que produzir as pessoas de boas condições econômicas. O percurso da agroecologia é interpretado por componentes associados aos produtores na questão da alimentação, produtos e consumidores que tem por intuito propagar a agroecologia para diferentes agricultores e comunidades externas.(CUSTÓDIO et al., 2011).

## AGRICULTURA E SUAS POLÍTICAS PÚBLICAS

As políticas públicas da agricultura familiar no Brasil, foram desenvolvidas e incrementadas aos programas sociais com o objetivo de fortalecer o segmento da agricultura familiar no Brasil, como o PRONAF, o PAA e o PNAE (PEREIRA; NASCIMENTO, 2014).

Na agricultura é primordial relatar sobre os procedimentos de produção que geram impactos ao produto interno bruto (PIB)com a questão da agricultura não familiar e agricultura familiar, onde cada uma possui suas características próprias de subsistência, quantidade de produção e recursos para geração de renda com a norma do novo retrato da agricultura familiar redescoberto para a transformação do Brasil com políticas públicas direcionadas aos grandes e pequenos de propriedades.(GUANZIROLI et al., 2011).

Os agricultores realizam suas atividades produtivas para o consumo de forma sistemática, com função relevante para abastecer o mercado, onde a produção tem por ênfase a venda no ambiente das feiras nas cidades e dos mercados para geração de renda e ter um bem estar no campo rural.O agricultor precisa confirmar os parâmetros de obter uma declaração de aptidão ao Pronaf (DAP), onde o Dap é uma declaração que comprove se o indivíduo é portadora do crédito de propriedade da classe de agricultor familiar, afirmando o acesso em fase de políticas de crédito rural e políticas públicas ao meio de produção e comercialização. (ALMEIDA E KUDLAVICZ, 2011).

| TERMOS | PRINCÍPIOS | CARACTERÍSTICAS | REFERÊNCIAS |
|---|---|---|---|
| **AGROECOLOGIA** | A produção de plantas com mudança de um solo sem agrotóxicos com o intuito de preservar a produção e evitar as pragas nas plantações; Produzir uma ética ambiental, com valores e normas para cultivo e preservação do meio ambiente; | Melhorar os processos de produção agrícola; Sustentabilidade ecológica dos fatores na produção alimentar; A produção agroecológica exclui os métodos de produtos químicos industrializados com a inserção de procedimentos naturais; | SCHUTTER, 2012; ROLO, 2012. BONOMO et al., 2012. CAMARGO, 2007. CAPORAL; COSTABEBER; PAULUS, 2011. |
| **SOBERANIA ALIMENTAR** | A alimentação adequada é um direito primordial do ser humano, , de acordo com direitos na Constituição Federal, que estabelecem políticas, leis e ações que visa promover a segurança e soberania de alimentos com informações nutricionais; | O direito dos indivíduos se firma as políticas, questões sustentáveis, distribuição e o consumismo de certo alimento ou produto com o direito à alimentação de grande e pequena produtividade; Os alimentos e hábitos saudáveis, com amor ao meio ambiente em eficiência e consumo de porções suficientes com diversas variedades de produção; | DECLARAÇÃO FINAL DO FÓRUM MUNDIAL DE SOBERANIA ALIMENTAR, ASSINADA PELA VIA CAMPESINA, HAVANA, CUBA/2001, CITADA POR CAMPOS, 2007; LOSAN, 2006; GÖRGEN, 2020. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **AGRICULTURA** | Destacados por princípios que não danifiquem a natureza e o ecossistema controlando a quantidade dos insumos químicos;<br>Cuidar das gerações que virão;<br>Preservar o solo;<br>Recusar alimentos com o uso agrotóxicos;<br>Preservar a saúde dos agricultores;<br>Melhorar a renda dos agricultores;<br>Ajudar os pequenos agricultores; | A sustentabilidade associada a agricultura do meio ambiente com escolhas e perspectivas sustentáveis;<br>A agricultura de modo estadual, regional e local com ênfase na economia e comercialização para o consumo de alimentos agroecológicos.<br>. | STASIAK, 2013;<br><br>PORTAL EDUCAÇÃO, 2020. |
| **COMERCIALIZAÇÃO** | Auto Avaliar e refletir sobre situações econômicas do qual se destaca o quê, quando, quanto, onde como produzir sob controle e planejada a produção; | Resolver as tarefas de bens e serviços com ponto de partida ao setor agrícola e ao ponto de finalização que é o consumidor final. | MENDES E PADILHA JR. 2007;<br>MENDES, 2007. |
| **SUSTENTABILIDADE** | Ter uma concepção de qualidade ambiental de forma individual e coletiva; | A preservação dos ecossistemas na área física, química, biologia, histórica e científica para criação, existência e reprodução de cada ciclo de vida com potenciais da humanidade em questões ambientais. | BOFF, 2012;<br><br>ANJOS; UBALDO, 2015. |

Quadro 1. Comparação entres os termos de Agroecologia

Fonte: Próprio autor, 2022.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste artigo foi possível demonstrar os fundamentos sobre agroecologia, soberania familiar e a agricultura desde a produção e comercialização dando ênfase às políticas públicas na cidade de São Luís para uma melhor conhecimento, a fim de perceber a integração da agroecologia com a produção de alimentos mais sustentáveis, passíveis de serem comercializados nas feiras livres e demais locais de abastecimento da população local. Frisando que a agroecologia é cuidado à natureza ou a meio ambiente, a questão da soberania alimentar, a produção dos agricultores, alimentação para qualidade de vida sem uso de agrotóxicos e a interação de eixos temáticos dentro desse percurso importantíssimo na área social, ambiental, política, econômica, química e biológica.

## REFERÊNCIAS


ANJOS, Rafael Maas dos; UBALDO, Antonio Augusto Baggio e. **O desporto como elemento indutor da sustentabilidade na sociedade de risco.** In: SOUZA, Maria Cláudia da Silva Antunes de; ARMADA, Charles Alexandre. Sustentabilidade, meio ambiente e sociedade: reflexões e perspectivas [e-book]. Umuarama: Universidade Paranaense – UNIPAR, 2015.Disponível em: https://www.revista.esmesc.org.br/re/article/viewFile/187/161.Acesso em:27 jan 2022.

AGARWAL, B. **Food sovereignty, food security and democratic choice: critical contradictions, difficult conciliations**. The Journal of Peasant Studies, Vol. 41, nº6, p. 1247–1268, 2014.Disponível em: < https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/economiarural/josegiacomobaccarin1559/artigo--compras-publicas-publicado.pdf>.Acesso em:07 nov 2021.

ALEM, D. et al. **Segurança Alimentar e Soberania Alimentar:construção e desenvolvimento de atributos.** XXV Encontro Nacional de Economia Política. Anais. Foz do Iguaçu, 2015. Disponível em: < https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/res/article/view/9703/pdf.Acesso em:07 nov 2021.

ALMEIDA, R, A, de; KUDLAVICZ, M. **A potencialidade da pequena unidade de produção em Mato Grosso do Sul: os censos agropecuários 1995/96 e 2006 em debate**. In: FAISTING, A. L.; FARIAS, M de F. L. de (Org.). Direitos humanos, diversidade e movimentos sociais: um diálogo necessário. Dourados, MS: Ed. UFGD, 2011. p. 45-66. Disponivel em: < https://www.scielo.br/j/inter/a/rbSvyMDjy8vWQq8KPmwXCMd/?format=pdf&lang=pt>.Acesso em:08 nov 2021.

ALTIERI, M. **Agroecologia: Bases Científicas para uma agricultura sustentável**. 3ª. Ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012. Disponível em:https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/13330/pdf.Acesso em:25 jan 2002.

BELIZÁRIO WESLEY; LAYS BARBARA VIEIRA DE MORAIS. A**lternativas Produtivas Frente Ao Agrohidronegócio: Agroecologia E A Produção De Alimentos Orgânicos No Contexto Da Região Metropolitana De Goiânia**.Revista Mirante, Anápolis (Go), V. 10, N. 1, Jun. 2017. Issn 19814089.

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é – o que não é.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2012. https://www.revista.esmesc.org.br/re/article/viewFile/187/161.Acesso em:27 jan 2022.

BONOMO, E. et al. **Agroecologia: centro colaborador em alimentação e nutrição do escolar CECANE/UFOP.** Disponível em: https://www5.unioeste.br/portalunioeste/arq/files/GEFHEMP/TEXTO_1_BLOCO_III_1_ENCONTRO_AGROECOLOGIA_ABORDAGENS_E_PRINCIPIOS.pdf.Acesso em:27 jan 2022.

CAMARGO, P. **Fundamentos da transição agroecológica: racionalidade ecológica e campesinato.** São Paulo: Agrária, 2007. Disponível em: https://www5.unioeste.br/portalunioeste/arq/files/GEFHEMP/TEXTO_1_BLOCO_III_1_ENCONTRO_AGROECOLOGIA_ABORDAGENS_E_PRINCIPIOS.pdf.Acesso em:27 jan 2022.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios.** Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004. Disponível em: https://www5.unioeste.br/portalunioeste/arq/files/GEFHEMP/TEXTO_1_BLOCO_III_1_ENCONTRO_AGROECOLOGIA_ABORDAGENS_E_PRINCIPIOS.pdf.Acesso em:27 jan 2022.

CAPORAL, F. R. **Em defesa de um plano nacional de transição agroecológica: compromisso com as atuais e nosso legado para as futuras gerações**. In: CAPORAL, F. R.; AZEVEDO, E. O.Princípios e perspectivas da agroecologia.Paraná:Instituto Federal de Ciência e Tecnologia, p.123-163, 2011.Disponível em:https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/13330/pdf.Acesso em: 25 jan 2022.

CAPORAL F. R. & Costabeber, J. A. (2015). **Agroecologia: conceitos e princípios para a construção de estilos de agriculturas sustentáveis.** Em Novaes, H.; Mazin, A.D. & Santos, L. (Orgs.). Questão agrária, cooperação e agroecologia. São Paulo: Outras Expressões.Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7424442.pdf.Acesso em:11 nov 2021.

COELHO, TC.; FERREIRA, MGR.; CUTRIM, MB de A..; BEZERRA, DHS.; COSTA NETO, A..; ROCHA, CH da S..; MONTEIRO, GL.; LEITE, MJ de H. **Estratégias e dificuldades encontradas na comercialização de produtos hortícolas em São Luís - MA.** Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento , *[S. l.]* , v. 10, n. 5, pág. e1310514632, 2021. DOI: 10.33448 / rsd-v10i5.14632. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14632.Acesso em:11 nov 2021.

CUSTÓDIO, M. B; FURQUIM,  N, R; SANTOS, G, M, M, ;CYRILLO, D, C. **Segurança alimentar e nutricional e a construção de sua política: uma visão histórica.** Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, v18, n. 1, p. 1-10, 2011. Disponível em: < https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/res/article/view/9703/pdf.Acesso em:07 nov 2021.

DIXON G, F.; PETERSEN, P.; MILZ, J.SÁNCHEZ, O.; LUIS, J, E.; PINEDA, C; PIMBERT, M, J, C.; BERNHART, A.; KAY, C.; MAUGHAN, C, S, B.; GORIS, M.; FRISON, E. **Os princípios da agroecologia:rumo a sistemas alimentares justos, resilientes e sustentáveis.** Editora: Valentina Pavarotti. CIDSE, Bruxelas, Bélgica.2018. Disponível em: https://www.cidse.org/wp-content/uploads/2018/04/PT_Os_Principios_da_Agroecologia_CIDSE_2018.pdf.Acesso em:07 nov 2021.

DECLARAÇÃO FINAL DO FÓRUM MUNDIAL DE SOBERANIA ALIMENTAR.**O direito humano humano á alimentação adequada e o sistema nacional de segurança alimentar.**2006.Disponível em: http://www.nutricao.ufsc.br/files/2013/11/ApostilaABRANDHModulo1.pdf.Acesso em:27 jan 2022.

DUARTE, L, R, R. **Transição agroecológica**: uma estratégia para a convivência com a realidade semi-árida do Ceará. Dissertação de Mestrado. UFC, 2009.Disponível em: < https://www.scielo.br/j/asoc/a/Q8YfrW7m6mLWBWBcmcbKKrQ/?lang=pt&format=html>.Acesso em:07 nov 2021.

ESCHER, F; SCHNEIDER, S; SCARTON, L, M; CONTERATO, M, A. **Caracterização da pluriatividade e dos plurirrendimentos da agricultura brasileira a partir do Censo Agropecuário.** 2006. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 52, n. 4, p. 643-668, 2014. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/inter/a/rbSvyMDjy8vWQq8KPmwXCMd/?format=pdf&lang=pt>.Acesso em:08 nov 2021.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC**. 2002. Apostila. Disponível em:http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf.Acesso em:25 jan 2022.

GOMES, J. F. B.; SOUZA, A. O. ; GOMES, R. S. B. **Caracterização socioespacial da produção e comercialização de hortícolas na Ilha de São Luís, Maranhão.**2018. Artigo em Periódico Indexado. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/177757/1/4023-17355-1-PB.pdf. Acesso em:11 nov 2021.

GÖRGEN, F, S, A. **A soberania alimentar ainda não foi alcançada.** Artigo, Brasil de Fato | Porto Alegre | 2020. Disponível em: https://www.brasildefators.com.br/2020/10/16/artigo-a-soberania-alimentar-ainda-nao-foi-alcancada, Acesso em:27 jan 2022.

GUANZIROLI, C. E.; DI SABBATO, Alberto; VIDAL, M. de F. **Agricultura familiar no Nordeste: uma análise comparativa entre dois censos agropecuários.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2011. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/inter/a/rbSvyMDjy 8vWQq8 KPmwX CMd/?format=pdf&lang=pt>.Acesso em:08 nov 2021.

GLIESSMAN, S**. Defining Agroecology. Agroecology and Sustainable Food Systems,** v. 42, nº 6, pp. 599-600, 2018. DOI: https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1432329. Disponível em: file:///C:/Users/Julho/Downloads/Agroecologia_Conceitos_principios_e_sua_multidimen.pdf. Acesso em:07 nov 2021.

Guzmán, E. S. & Montiel, M. S.**Del desarrollo rural a la agroecología. Hacia un cambio de paradigma.** Documentación Social, 155, p. 23-39. (2015). Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7424442.pdf. Acesso em:11 nov 2021.

GUZMÁN, E. S. **Agroecologia e desarrollo rural sustentable.** In: CURSO INTENSIVO EM AGROECOLOGIA: PRINCÍPIOS E TECNICAS ECOLÓGICAS APLICADAS À AGRICULTURA, 11., 2002, Seropédica. Palestra... Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. Não publicado.Disponível em:https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/AgrobCap2ID-upGSXszUrp.pdf.Acesso em: 25 jan 2022.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS(IMESC). 2014. **Maranhão em mapas: mapas temáticos do Estado do Maranhão**. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/177757/1/4023-17355-1-PB.pdf. Acesso em:11 nov 2021.

LACEY, H, . **Agroecologia como ciência e diálogos interepistêmicos**, In: WORKSHOP PERSPECTIVAS DO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO EM AGROECOLOGIA NO BRASIL, Brasília 2019. Disponível em: <https://aba-agroecologia.org.br/grupos-de-trabalho/construcao-do-conhecimento-agroecologico/>. Acesso em:07 nov 2021.

LEPUS, G, M. **Diagnóstico socioeconômico e ambiental do arranjo produtivo local da hortifruticultura na Ilha de São Luís-MA.** São Luís: CONSTAT; 2008. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/177757/1/4023-17355-1-PB.pdf. Acesso em:11 nov 2021.

LOSAN. **Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional**.2006.Art.2. Disponível em:https://www.pjf.mg.gov.br/conselhos/comsea/publicacoes/artigos/arquivos/dhaa.pdf.Acesso em:27 jan 2002.

MALUF, R, S. **A agricultura e a promoção da soberania e segurança alimentar e nutricional: entraves e desafios**. In: MIELETZ, Carlos (org). Desenvolvimento Agrícola e Questão Agrária. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2013.Disponível e: < https://www.researchgate.net/profile/Paulo-Martins-48/publication/317162367_Agricultura_familiar_seguranca_e_soberania_alimentar_e_nanotecnologia_onde_estamos_para_onde_vamos/links/5b43fd05458515f71cb88fb7/Agricultura-familiar-seguranca-e-soberania-alimentar-e-nanotecnologia-onde-estamos-para-onde-vamos.pdf.Aceso em:07 nov 2021.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **Histoire des agricultures du monde.** Paris: Éditions du Seuil, 2002.Disponível em: < https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/economiarural/josegiacomobaccarin1559/artigo--compras-publicas-publicado.pdf>. Acesso em:07 nov 2021.

MENDES, J. T. G.; PADILHA JR., J. B. **Agronegócio: uma abordagem econômica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007..Disponível em: https://www.engema.org.br/XVIENGEMA/56.pdf. Acesso em:27 jan 2022.

MENDES, J, T, G. **Comercialização Agrícola.** Ministério da Educação Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Pato Branco Curso de Agronomia.2007.Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3041970/mod_resource/content/3/tadeu.pdf.Acesso em:27 jan 2020.

McMICHAEL P. **Historicizing food sovereignty.** The Journal of Peasant Studies, vol. 41, nº6, p. 933-957, 2014.Disponível em: < https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/economiarural/josegiacomobaccarin1559/artigo--compras-publicas-publicado.pdf>.Acesso em:07 nov 2021.

NEMA -Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental - **Agroecologia: um caminho amigável de conservação da natureza e valorização da vida** / Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental – NEMA. Rio Grande: NEMA, 2008.Disponívrel em: https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/Agroecologia%20-%20Um%20caminho%20amigvel%20de%20conservao%20da%20natureza%20e%20valorizao%20da%20vida.pdf.. Acesso em:11 nov 2021.

PEREIRA, E, L; NASCIMENTO, J, S**. Efeitos do Pronaf sobre a produção agrícola familiar dos municípios tocantinenses**. Revista de Economia e Sociologia Rural, Piracicaba, SP, v. 52, n. 01, p. 139-156, jan./mar 2014. Disponível em: < https://www.scielo.br/j/inter/a/rbSvyMDjy8vWQq8KPmwXCMd/?format=pdf&lang=pt>.Acesso em:08 nov 2021.

PORTAL DE EDUCAÇÃO. **Princípios da Agricultura Orgânica.** 2020. Disponível em:https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/biologia/principios-da-agricultura-organica/46157.Acesso em:27 jan 2022.

ROBERTO, F, C.; OLIVEIRA, E, A. **Princípios E Perspectivas Da Agroecologia**, INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARANÁ – EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. Paraná. 2011 .Disponível em:< http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/principioseperspectivasdaagroecologia.pdf. Acesso em:07 nov 2021.

ROLO, M. **Ocupando os latifúndios do saber: subsídios para o ensino da ciência na perspectiva politécnica da educação.** Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2012. (Tese de doutoramento).Disponível em: https://www5.unioeste.br/portalunioeste/arq/files/GEFHEMP/TEXTO_1_BLOCO_III_1_ENCONTRO_AGROECOLOGIA_ABORDAGENS_E_PRINCIPIOS.pdf.Acesso em:27 jan 2022.

SANTOS, B. de S. **A gramática do tempo: para uma nova cultura política**. 3a ed. São Paulo: Cortez, 2010. Disponível em: <https://aba-agroecologia.org.br/grupos-de-trabalho/construcao-do-conhecimento-agroecologico/>. Acesso em:07 nov 2021.

SCHUTTER, O. **Agroecologia e o direito humano à alimentação adequada.** Disponível em: https://www5.unioeste.br/portalunioeste/arq/files/GEFHEMP/TEXTO_1_BLOCO_III_1_ENCONTRO_AGROECOLOGIA_ABORDAGENS_E_PRINCIPIOS.pdf.Acesso em:27 jan 2022.

STASIAK, A. P. **A agroecologia como alternativa frente à modernização da agricultura: um estudo de caso no município de Coronel Vivida–PR.** 2013. 244 f. dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2013. Disponível em: https://www5.unioeste.br/portalunioeste/arq/files/GEFHEMP/TEXTO_1_BLOCO_III_1_ENCONTRO_AGROECOLOGIA_ABORDAGENS_E_PRINCIPIOS.pdf.Acesso em:27 jan 2022.

# CAPÍTULO 3

# AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NO TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO EM SUCOS DE ACEROLA, CAJU E CAMU-CAMU

*Data de aceite: 01/03/2022*
*Data de submissão: 08/11/2021*

**Thais Fernanda Weber**
Faculdade de Nutrição, Universidade do Vale do Rio dos Sinos
São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil
http://lattes.cnpq.br/1689681278744087

**Amanda Zimmermann dos Reis**
Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos. Universidade do Vale do Rio dos Sinos
São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil
http://lattes.cnpq.br/2384360303687715

**Camila Nedel Kirsten**
Faculdade de Farmácia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos
São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil
http://lattes.cnpq.br/0680854260038774

**Rosselei Caiel da Silva**
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil
http://lattes.cnpq.br/2187197138622302

**Rochele Cassanta Rossi**
Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos. Universidade do Vale do Rio dos Sinos
São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil
http://lattes.cnpq.br/0627260486404735

**RESUMO:** As principais fontes de ácido ascórbico são as frutas e hortaliças, particularmente as frutas cítricas e os vegetais folhosos. Entretanto, por ser um nutriente menos estável, o ácido ascórbico sofre perdas no processamento e no armazenamento, influenciadas por diversos fatores, como pH, temperatura e presença de íons, entre outros. Diante destes fatos, objetivou-se avaliar a influência do tempo de armazenamento no teor de ácido ascórbico em sucos de acerola, caju e camu-camu, a fim de verificar as perdas desta vitamina após o seu processamento. Para o preparo das amostras, pesou-se 50 g de cada fruto e processou-se com auxílio de um mixer com 100 mL de água. Após, os sucos foram centrifugados a 4000 rpm por 10 minutos a 4 ºC e o sobrenadante foi transferido para um Becker e armazenado ao abrigo da luz até o momento das análises. As análises foram realizadas nos tempos zero, 30 minutos, 1, 2, 4, 24 e 48 horas. O teor de ácido ascórbico foi determinado utilizando a cromatografia liquida de alta eficiência (CLAE), conforme a metodologia descrita por Serrano, Jover e Belloso (2007). Considerando os resultados obtidos no estudo, observou-se um decréscimo no teor de ácido ascórbico ao longo do tempo, sendo o percentual de diminuição após 48 horas de 34,8%, 32,0% e 100% para o caju, o camu-camu e a acerola, respectivamente. Concluindo que os sucos das frutas analisados devem ser consumidos no menor prazo possível após seu processamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Acerola. Caju. Camu-camu. Ácido ascórbico. Teor.

## EVALUATION OF THE INFLUENCE OF STORAGE TIME ON ASCORBIC ACID CONTENT IN ACEROLA, CASHEW AND CAMU-CAMU JUICES

**ABSTRACT:** The main sources of ascorbic acid are fruits and vegetables, particularly citrus fruits and leafy vegetables. However, as it is a less stable nutrient, ascorbic acid suffers losses during processing and storage, influenced by several factors, such as pH, temperature, or presence of ions. Hence, the goal of this work was to evaluate the influence of the storage time on the ascorbic acid content in acerola, cashew and camu-camu juices, in order to verify the losses of this vitamin after its processing. To prepare the samples, 50 g of each fruit was weighed and processed with the aid of a mixer with 100 mL of water. Afterwards, the juices were centrifuged at 4000 rpm for 10 minutes at 4ºC, and the supernatant was transferred to a Becker and stored protected from light until the moment of analysis. Analyzes were performed at times zero, 30 minutes, 1, 2, 4, 24 and 48 hours. The ascorbic acid content was determined using high performance liquid chromatography (HPLC), according to the methodology described by Serrano, Jover and Belloso (2007). Considering the results obtained in the study, there was a decrease in the ascorbic acid content over time, with the percentage of decrease after 48 hours being 34.8%, 32.0% and 100% for cashew, the camu-camu and acerola, respectively. We concluded that the analyzed fruit juices should be consumed as soon as possible after processing.
**KEYWORDS**: Acerola. Cashew. Camu-camu. Ascorbic acid. Content.

## 1 | INTRODUÇÃO

As frutas fornecem vários nutrientes, entre eles os quais destacam-se os carotenoides (pró-vitamina A) e o ácido ascórbico. Além disso, são excelentes fontes de fibra, possuem também um alto valor vitamínico, mineral e o tipo dos glicídios são de fácil digestão. As vitaminas são substâncias que compõem a dieta em quantidades mínimas, mesmo assim, são essenciais para o funcionamento normal do organismo e para uma vida saudável. (ARAUJO et al., 2015; ORNELLAS, 2001).

A vitamina C, também conhecida por ácido ascórbico, é sintetizada pelas plantas, através da glicose e da galactose, e pela maioria dos animais. Porém, seres humanos, primatas e outros animais não possuem a enzima 1- gulonolactona oxidase, e, portanto, são incapazes de sintetizar esta vitamina. (MAHAN; ESCOTTSTUMP; RAIMOND, 2013).

Esta vitamina apresenta funções importantes no organismo, como a produção e manutenção do colágeno, cicatrização de feridas, contusões e sangramentos gengivais, redução da suscetibilidade à infecção, desempenha papel na formação de dentes e ossos, aumenta a absorção de ferro, previne o escorbuto e tem um papel de antioxidante. (MAIA et al., 2007; SILVA; COZZOLINO, 2012).

As principais fontes de ácido ascórbico são as frutas e hortaliças, particularmente as frutas cítricas e os vegetais folhosos. (PHILLIPS et al., 2010). Entretanto, por ser um nutriente menos estável, o ácido ascórbico sofre perdas no processamento e no armazenamento, influenciadas por diversos fatores, como pH, temperatura, presença de

íons, etc. A literatura científica apresenta escasso material sobre a estabilidade do ácido ascórbico em armazenamento doméstico, além de haver poucas informações sobre essa vitamina em sucos frescos. (SPINOLA et al., 2013).

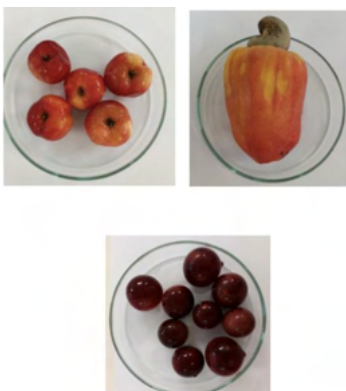
Portanto, devido a grande importância desta vitamina na alimentação, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do tempo de armazenamento no teor de ácido ascórbico em sucos de acerola, caju e camu-camu.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Obtenção das amostras

As amostras de acerola foram provenientes de cultivo familiar no município de Estância Velha – RS. As amostras de caju foram adquiridas no mercado público de Porto Alegre, oriundas de Petrolina – PE, e as amostras do camu-camu foram adquiridas de Manaus.

### 2.2 Preparo das amostras

Primeiramente, as amostras foram lavadas e selecionadas (fotografia 1). Posteriormente, foram pesadas 50 g de cada fruto em balança analítica (Shimadzu) e processadas com um mixer com 100 mL de água ultrapura por aproximadamente um minuto.

Fotografia 1 - Acerola, Caju e Camu-Camu

Fonte: registrada pelos autores

Os sucos foram transferidos para tubos de centrifugação com fundo cônico (tipo FALCON) de 50 mL e centrifugados a 4000 rpm por 10 minutos a 4°C. Após, o sobrenadante foi transferido para Becker e armazenado ao abrigo da luz até o momento das análises. As análises foram realizadas nos tempos zero, 30 minutos, 1, 2, 4, 24 e 48 horas.

### 2.3 Determinações do Teor de Vitamina C por CLAE

A análise cromatográfica foi conduzida em Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência da marca SHIMADZU, com coluna ZORBAX SB-18 (C18 250 x 4,6 mm e 5 $\mu$m) e pré-coluna ZORBAX SB-18 4-POCK (C18 4,6 x 12,5 mm e 5 $\mu$m), ambas da Agilent Technologies. A fase móvel foi composta por $H_2SO_4$ 0,01% (pH 2,6), o volume de injeção de 20 $\mu$L, o fluxo de 1 mL/min, e o comprimento de onda 245 nm, e uma temperatura de 25 ºC e tempo de corrida 30 minutos. O padrão utilizado foi ácido ascórbico da marca Sigma Aldrich. O software LC Solution foi utilizado para a aquisição e análise dos dados. Foram utilizados reagentes grau CLAE e a água ultrapura obtida por sistema MILLIQ PLUS (Millipore®).

### 2.4 Análise Estatística

As variáveis foram descritas por média e desvio padrão e comparadas por Análise de Variância (ANOVA) one-way e two-way complementada pelo teste de Tukey. O nível de significância adotado foi de 5% e as análises foram realizadas no programa SPSS versão 21.0.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A acerola, o caju e o camu-camu são frutos ricos em ácido ascórbico e podem ser consumidos tanto na forma in natura quanto na forma de sucos. Os resultados apresentados a seguir são referentes à avaliação da influência do tempo de armazenamento no teor de ácido ascórbico em sucos in natura de acerola, caju e camu-camu, objetivando estimar as perdas ocorridas em diferentes tempos de exposição após do preparo.

### 3.1 Determinação de Ácido Ascórbico

A partir dos sucos das frutas foi realizada a análise do ácido ascórbico de cada fruta, avaliando o seu teor ao longo do tempo, conforme descrito no item 3.2.1. Os valores de ácido ascórbico das amostras de acerola, caju e camu-camu foram obtidos através da construção de uma curva padrão de ácido ascórbico (figura 1), e expressos em $\mu$g/mL. Na figura 2 é apresentado o cromatograma obtido com a solução de padrão de ácido ascórbico (50 $\mu$g/mL).

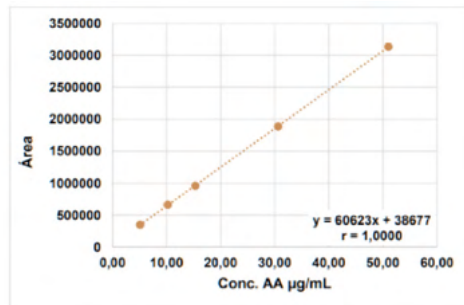



Figura 1 - Curva padrão de ácido ascórbico

Fonte: elaborada pelas autoras

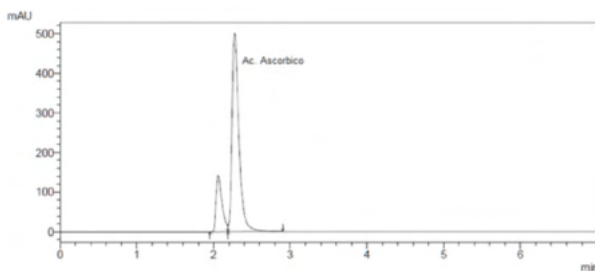



Figura 2 - Cromatograma da solução padrão de ácido ascórbico (50 $\mu$g/mL)

Fonte: elaborada pelas autoras

Na tabela 1 observa-se os teores do ácido ascórbico encontrados nas frutas acerola, caju, e camu-camu fruto comparando logo após o seu processamento. Pode-se observar que os valores encontrados no estudo foram muito próximos dos valores encontrados na Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO) e na análise feita pelo Alimentos Regionais Brasileiros.

| | Vitamina C nas frutas (mg/g) | Vitamina C encontrada no suco das frutas estudo no tempo 0 (mg/g) |
|---|---|---|
| Acerola | 9,414 mg | 6,41 mg |
| Caju | 2,193 mg | 2,24 mg |
| Camu-camu | 26,06 mg | 20,3 mg |

Tabela 1 - Concentrações de vitamina C

Fonte: Elaborado pelas autoras, com base em UNICAMP e NEPA (2011) e Brasil (2015).

Na tabela 2 estão apresentados os resultados do teor de ácido ascórbico encontrados nos três sucos de frutas em mg/g nos diferentes tempos de análise.

| Tempos | Caju (n=3) | Camu-camu (n=3) | Acerola (n=3) |
|---|---|---|---|
| | Média ± DP | Média ± DP | Média ± DP |
| 0 | $2,24 \pm 0,006^{f}$ | $20,3 \pm 0,03^{g}$ | $6,41 \pm 0,15^{f}$ |
| 0,5 h | $2,23 \pm 0,02^{f}$ | $20,2 \pm 0,03^{f}$ | $5,70 \pm 0,06^{e}$ |
| 1 h | $2,21 \pm 0,006^{e}$ | $19,9 \pm 0,03^{e}$ | $4,84 \pm 0,05^{d}$ |
| 2 h | $2,15 \pm 0,006^{d}$ | $19,4 \pm 0,02^{d}$ | $3,35 \pm 0,05^{c}$ |
| 4 h | $2,06 \pm 0,006^{c}$ | $18,8 \pm 0,02^{c}$ | $2,07 \pm 0,06^{b}$ |
| 24 h | $1,82 \pm 0,006^{b}$ | $16,9 \pm 0,03^{b}$ | $0,14 \pm 0,01^{a}$ |
| 48 h | $1,46 \pm 0,00^{a}$ | $13,8 \pm 0,05^{a}$ | $0,00 \pm 0,00^{a}$ |
| P | <0,001 | <0,001 | <0,001 |

$^{a,b,c,d,e,f,g}$ Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância

Tabela 2 - Teor de ácido ascórbico, em mg/g fruta, entre diferentes tempos de análise

Fonte: elaborado pelas autoras

### *3.1.1 Resultado do Teor de Ácido Ascórbico do Caju*

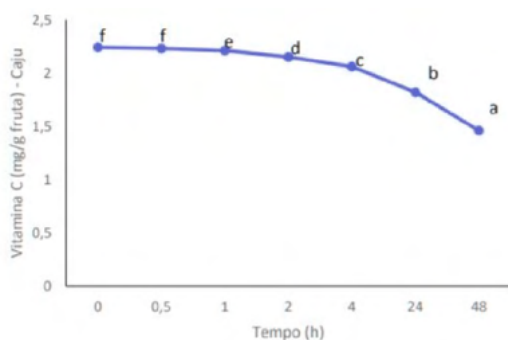
O gráfico 1 mostra os resultados do teor de ácido ascórbico da amostra suco do caju de acordo com o tempo de exposição. Diferença significativa ($p < 0,001$) foi observada entre os tempos de exposição apresentando valores inferiores ao da leitura inicial (tempo zero) quanto ao teor de ácido ascórbico. Somente no tempo 0 e no tempo 0,5 horas, não houve diferença significativa nos teores de ácido ascórbico, 2,24 mg/g e 2,23 mg/g, respectivamente. Porém, no restante dos tempos foi observado decréscimo no teor ácido ascórbico.

a, b, c, d, e, f Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância

Gráfico 1 - Resultados do doseamento de ácido ascórbico no suco de caju

Fonte: elaborado pelas autoras

Lima et al. (2007) analisaram a estabilidade do ácido ascórbico pelo método de Tillmans em 9 amostras de sucos industrializados de caju concentrado com alto teor de polpa, suco de caju in natura e 9 amostras de suco de cajuína produzidas artesanalmente

e uma processada em laboratório. Na amostra do suco in natura na qual foi obtido a partir do esmagamento manual da fruta fresca e imediatamente analisado, identificou-se um alto teor de ácido ascórbico, cerca de 2,44 mg/g. Resultado muito próximo ao do presente estudo, no qual encontrou-se 2,24 mg/g (tempo zero). Após 11 dias do processamento. Lima et al. (2007) observaram que houve uma acentuada variação de ácido ascórbico, comparada com os sucos industrializados do estudo, devido ao suco in natura não conter conservantes. O suco in natura após 3 dias apresentou maior redução de vitamina de 23,2%. No presente estudo observou-se uma redução de 35% em 2 dias.

Pinheiro et al. (2006), fizeram uma avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais industrializados de cinco marcas diferentes de abacaxi, caju e maracujá. Ao analisar o teor de ácido ascórbico nos sucos integrais de caju com alto teor de polpa, a marca que apresentou maior concentração de ácido ascórbico apresentou o teor de 1,35 mg/g.

Freire et al. (2013) realizaram a quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas da acerola (Malpighia emarginata), do caju (Anacardium occidentale), da goiaba (Psidium guajava) e do morango (Fragaria sp). Na amostra de caju in natura encontraram 2,19 mg/g de ácido ascórbico, no morango in natura encontraram 0,71 mg/g, e na goiaba in natura encontraram 2,18 mg/g.

Lavinas et al. (2006), estudaram a estabilidade química e microbiológica do suco de caju in natura armazenado em diferentes condições de estocagem. Observaram que no suco de caju recém extraído apresentou um teor de ácido ascórbico de 1,47 mg/g.

### *3.1.2 Resultado do Teor de Ácido Ascórbico do Camu-Camu*

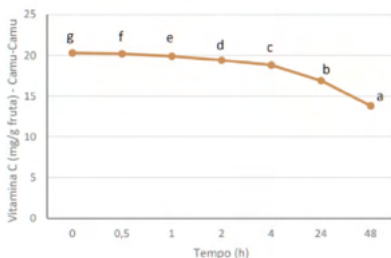
O gráfico 2 mostra os resultados do teor de ácido ascórbico da amostra do suco da camu-camu de acordo com o tempo de exposição. Diferença significativa ($p < 0,001$) foi observada entre os tempos de exposição apresentando valores inferiores ao da leitura inicial (tempo zero) quanto ao teor de ácido ascórbico.

a, b, c,d, e, f, g Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância

Gráfico 2 – Resultados do doseamento de ácido ascórbico no suco de camu-camu

Fonte: elaborado pelas autoras

De acordo com o livro de Alimento Regionais Brasileiros, o valor para o camu-camu é de 26,06 mg/g de ácido ascórbico, resultado aproximado ao do presente estudo, no qual foi encontrado 20,3 mg/g de ácido ascórbico (tempo zero).

Maeda et al. (2006) determinaram a formulação ideal do néctar de camu-camu e avaliaram as suas características físicas e físico-químicas. Ao analisar o teor de ácido ascórbico no fruto in natura encontram o valor de 16,4 mg/g.

Os mesmos autores Maeda et al. (2007), ao avaliar estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu, sob diferentes condições de luminosidade e temperatura, encontraram valores de 25,85 mg/g de ácido ascórbico na polpa de camu-camu (valores expressos em matéria fresca).

Nuam et al. (2018) fizeram uma revisão na qual descreveram os aspectos físico-químicos, nutricionais e biológicos de seis pequenos frutos silvestres nativos brasileiros das famílias Arecaceae (açaí, buriti e pupunha), Mirtaceae (camu-camu e jabuticaba) e Malpighiaceae (murici), destacando-se seu potencial antioxidante, antilipidêmico, anti-inflamatório, antiproliferativo e antigenotóxico entre outros. Com relação ao teor de ácido ascórbico, encontraram valores relatados na literatura entre 18,82 mg/g a 47,52 mg/g de ácido ascórbico na polpa do camu-camu.

Rufino et al. (2010), estudaram os compostos bioativos e capacidade antioxidante de 18 frutas tropicais não tradicionais do Brasil, onde obtiveram 18,82 mg/g (massa fresca) de ácido ascórbico para o fruto camu-camu, valor próximo ao encontrado no presente estudo.

Vieira et al. (2010), produziram um licor e estudaram a caracterização e aceitabilidade do licor de camu-camu. Foi analisado o pH, sólidos solúveis (ºBrix), acidez total e vitamina C da fruta e do licor, e encontraram valor de 26,42 mg/g de ácido ascórbico no suco da fruta.

### *3.1.3 Resultado do Teor de Ácido Ascórbico da Acerola*

O gráfico 3 mostra os resultados do teor de ácido ascórbico da amostra do suco da acerola de acordo com o tempo de exposição. Diferença significativa ($p < 0,001$) foi observada entre os tempos de exposição apresentando valores inferiores ao da leitura inicial (tempo zero) quanto ao teor de ácido ascórbico.

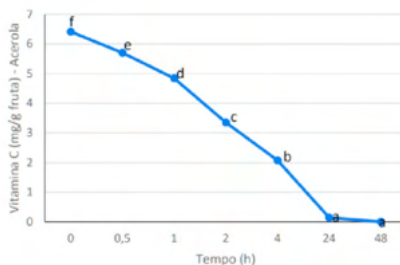



Gráfico 3 - Resultados do doseamento de ácido ascórbico no suco de acerola

Fonte: elaborado pelas autoras

De acordo com a tabela TACO o valor de ácido ascórbico para a acerola é de 9,41 mg/g, e no presente estudo foi encontrado o valor de 6,41 mg/g de ácido ascórbico. (UNICAMP; NEPA, 2011).

Chim, Zambiazi e Rodrigues (2013), avaliaram a estabilidade do ácido ascórbico em néctares de acerola sob diferentes condições de armazenamento durante 30 dias. Os néctares foram submetidos a 3 condições de armazenamento diferentes: a temperatura ambiente (25 ºC), sob refrigeração (8 ºC) e sob congelamento (-18 ºC). Foram realizadas análises no período 0, 15 e 30 dias de armazenamento. Observou-se que no néctar armazenado em embalagem de polietileno de alta densidade rígido e transparente, à temperatura ambiente (25 ºC), e no néctar armazenado em embalagem de polietileno de alta densidade rígido, opaca foi encontrado 2,14 mg/g de ácido ascórbico.

Santos et al. (2005), fizeram a elaboração e análise sensorial de um fermentado de acerola (Malpighia Punicifolia L.) e, ao analisar o fruto (polpa) obtiveram 20 mg/g de ácido ascórbico. Superior ao encontrado no presente estudo.

Chaves et al. (2004), realizaram a caracterização físico-química do suco da acerola, onde obtiveram 0,99 mg/g de ácido ascórbico no suco, valores bem inferiores ao encontrado no nosso estudo e na tabela TACO.

Corrêa et al. (2017), analisaram a influência dos estágios de maturação nas propriedades físico-químicas de frutos de acerola (Malpighia glabra L.), onde encontraram nos frutos maduros 16,76 mg/g de ácido ascórbico, e em frutos verdes, uma média de 31,76 mg/g de ácido ascórbico nas amostras in natura.

Em estudo realizado por Matsuura et al. (2001), onde foi realizado uma análise físico-químicas em frutos de diferentes genótipos de acerola (Malpighia Punicifolia L.), foi observado que o conteúdo de ácido ascórbico variou de 8,35 mg/g a 18,2 mg/g na polpa analisada.

A literatura científica também traz a análise de teor de ácido ascórbico em outros frutos, sucos, néctares e refrescos. Burdurlu, Koca e Karadeniz (2006) estudaram a

degradação de ácido ascórbico em concentrados de sucos cítricos, na laranja, limão, grapefruit, tangerina, durante oito semanas de armazenamento nas temperaturas de 28 ºC, 37 ºC e 45 ºC. Os sucos foram obtidos de um produtor de suco de frutas da Turquia. O conteúdo inicial de ácido ascórbico, no tempo zero a temperatura de 28 ºC da laranja, limão, toranja e concentrados de suco de tangerina foram 2,32; 2,25; 2,05 e 0,97 mg/g, respectivamente. Após o armazenamento de oito semanas houve uma diminuição significativa no conteúdo de ácido ascórbico das amostras para 1,94; 1,22; 1,44; 0,65 mg/g.

Couto e Anniatti-Brazaca (2010), fizeram a quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas, em diferentes espécies de laranjas e tangerinas. Para as amostras analisadas de tangerina poncã, tangerina murcote, laranja pêra, laranja lima, laranja natal, laranja valência, laranja bahia, foram encontrados os valores de 0,32 mg/g, 0,21 mg/g, 0,62 mg/g, 0,64 mg/g, 0,84 mg/g, 0,78 mg/g, 0,80 mg/g de ácido ascórbico, respectivamente.

## 4 I CONCLUSÃO

O consumo de frutas é altamente incentivado pelos guias alimentares, pois auxiliam de forma benéfica as funções do organismo. As frutas são essenciais para uma boa saúde, apresentando grandes quantidades de compostos fenólicos e vitaminas.

A partir dos resultados obtidos nas análises dos teores de ácido ascórbico, pode-se observar que o tempo tem influência nos teores de ácido ascórbico, pois em todos os sucos houve uma diminuição em relação ao valor inicial. Foi observado um decréscimo no teor de ácido ascórbico, ao longo do tempo, sendo o percentual de diminuição após 48 horas de 34,8%, 32,0% e 100% para o caju, o camu-camu e a acerola, respectivamente.

Desta forma, conclui-se que os sucos das frutas analisados devem ser consumidos no menor prazo possível após seu processamento ressaltando, que o suco da acerola deve ser consumido num período ainda menor, uma vez que se observou uma rápida degradação do ácido ascórbico nesta fruta em relação as demais frutas analisadas.

São necessários mais estudos que abordem as alterações nos teores de ácido ascórbico nos sucos das frutas estudados neste trabalho, relacionados ao tempo de exposição, sob temperatura ambiente e refrigerada, a fim de estabelecer o tempo ideal para se consumir o sucos de frutas in natura para garantir o melhor aproveitamento de suas propriedades.

## REFERÊNCIAS


ARAUJO, W. M. C. et al. **Alquimia dos alimentos.** 3. ed. Brasília, DF: SENAC, 2015.

BRASIL. **Alimentos regionais brasileiros**. 2. ed. Brasília, DF, 2015.

BURDURLU, H. S.; KOCA, N. K.; KARADENIZ, F. **Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage.** Journal of Food Engineering, [S.l.], v. 74, p. 211-216, 2006.

CHAVES, M. C. V. et al. **Caracterização físico-química do suco da acerola.** Revista de Biologia e Ciências da Terra, Paraíba, v. 4, n. 2, 2004.

CHIM, J. F.; ZAMBIAZI, R. C.; RODRIGUES, R. S. **Estabilidade da vitamina C em néctar de acerola sob diferentes condições de armazenamento.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 321-327, 2013.

CORRÊA, C. V. et al. **Influence of ripening stages on physicochemical characteristics of acerola fruits.** Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, v. 40, n. 4, p. 808-813. 2017.

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA,S. G. **Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 30, p.15-19, maio 2010.

FREIRE, J. M. et al. **Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 43, n. 12, p. 2291-2296, dez. 2013.

LAVINAS, F. C. et al. **Estudo da estabilidade química e microbiológica do suco de caju in natura armazenado em diferentes condições de estocagem.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 26, n. 4, p. 875-883. out./dez. 2006.

LIMA, E. S. et al. **Redução de vitamina c em suco de caju (anacardium occidentale l.) industrializado e cajuína.** Química Nova, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1143-1146, 2007.

MAEDA, R. N. et al. **Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (myrciaria dubia mcvaugh).** Ciêncla e Tecnologia de Alimento, Campinas, v. 26, n. 1, p. 70-74, jan./mar. 2006.

MAEDA, R. N. et al. **Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (Myrciaria dubia (H. B. K.) McVaugh).** Ciência Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 27, n. 2, p. 313-316, abr./jun. 2007.

MAHAN, K. L.; ESCOTT-STUMP, S.; RAIMOND, J. L. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterápica**. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

MAIA, G. A. et al. **Efeito do processo sobre componentes do suco de acerola.** Ciência Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 27, n. 1, p. 130-134, jan./mar. 2007.

MATSUURA, F. C. A. U. et al. **Avaliações físico-químicas em frutos de diferentes genótipos de acerola (Malpighia PunicifoliaL).** Revista Brasileira de Floricultura, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 602-606, dez. 2001.

NUAM, I. A. N. et al. **Small brazilian wild fruits: nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest.** Food Research International, Campinas, v. 103, p. 345-360, Jan. 2018.

ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos**. 7. ed. São Paulo: ATHENEU, 2001.

PHILLIPS, K. M. et al. **Stability of vitamin c in frozen raw fruit and vegetable homogenates.** Journal of Food Composition and Analysis, London, v. 23, p. 253- 259, 2010.

PINHEIRO, A. M. et al. **Avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais: abacaxi, caju e maracujá.** Ciência Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 26, n. 1, p. 98-103, jan./mar. 2006

RUFINO, M. S. M. et al. **Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil.** Food Chemistry, Mossoró, v. 21, n. 4, p. 996- 1002, 2010.

SANTOS, S. C. et al. **Elaboração e análise sensorial do fermentado de acerola (malpighia punicifolia l.).** Brazilian Journal Of Food Technology, [S.l.], 5º SIPAL. mar. 2005.

SILVA, V. L.; COZZOLINO, S. M. F. Vitamina C (ácido ascórbico). In: COZZOLINO, S. M. F. (Org.). **Biodisponibilidade de nutrientes.** 4. ed. São Paulo: Manole, 2012. p. 409-428.

SPINOLA, V. et al. **Effect of time and temperature on vitamin c stability in horticultural extracts. Uhplc-pda vs iodometric titration as analytical methods.** LWT - Food Science and Technology, London, v. 50, n. 2, p. 489-495. 2013.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP); NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO (NEPA). **Tabela brasileira de composição de alimentos: TACO.** 4. ed. rev. e ampl. Campinas, 2011.

VIEIRA, V. B. et al. **Produção, caracterização e aceitabilidade de licor de camu-camu (Myrciaria dúbia (h.b.k.) Mcvaugh).** Alimentação e nutrição, Araraquara, v. 21, n. 4, 54 p. 519-522, out./dez., 2010.

# CAPÍTULO 4

# AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* L. Walp) BIOFORTIFICADO PARA A OBTENÇÃO DE FARINHA E PRODUTOS

*Data de aceite: 01/03/2022*

*Data de submissão: 07/02/2022*

**Lucia Maria Jaeger de Carvalho**
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Farmácia
Rio de Janeiro, RJ
http://lattes.cnpq.br/3226335064324012

**Ana Cláudia Teixeira**
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Farmácia
Rio de Janeiro, RJ
http://lattes.cnpq.br/8707388641016157

**José Luiz Viana de Carvalho**
Embrapa Agroindústria de Alimentos
Rio de Janeiro, RJ
http://lattes.cnpq.br/2025055173757476

**RESUMO:** O feijão-caupi é uma leguminosa altamente consumida no Brasil, principalmente nas regiões norte e nordeste por populações menos favorecidas. A biofortificação de feijão-caupi vem sendo aplicada a fim de que se produza grãos com elevados teores de ferro e de zinco. A farinha de feijão-caupi é utilizada em diferentes tipos de preparações e, principalmente, na obtenção do acarajé e outros produtos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Feijão-caupi, biofortificação, farinha, acarajé, produtos.

## EVALUATION OF COWPEA BEAN BIOFORTIFIED CULTIVARS TO OBTAIN FLOUR AND PRODUTOS

**ABSTRACT?** Cowpea is a legume highly consumed in Brazil, mainly in the north and northeast regions by lowincome populations. Cowpea biofortification has been applied in order to produce grains with high levels of iron and zinc. Cowpea flour is used in different types of preparations and, mainly, in obtaining acarajé and other products.

**KEYWORDS**: Cowpea, biofortification, flour, acarajé, products.

## 1 | INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) é uma cultura de origem africana, a qual foi introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses no Estado da Bahia. Classificado como uma planta Dicotyledonea, da ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna,* subgênero Vigna, secção Catyang, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata* (Freire Filho, 1988).

O feijão-caupi tem vários nomes populares e os mais usados no País são: feijão-macassa e feijão-de-corda, na região Nordeste; feijão-de-praia, feijão-da-colônia e feijão-de-estrada, na região Norte; feijão-miúdo, na região Sul. Nos estados de Sergipe, Bahia e Rio

de Janeiro há um tipo de grão que tem o tegumento branco com um grande halo preto, chamado de feijão-fradinho. Este é o tipo utilizado preferencialmente para o preparo do acarajé, comida típica do Estado da Bahia, conhecido em todo o Brasil. (Freire Filho *et al*, 1983).

No Brasil, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) predomina nas regiões Nordeste e Norte e tem se expandindo para a região Centro-Oeste, principalmente para o Estado de Mato Grosso (Freire Filho *et al*, 2011). Porém, por ser uma espécie adaptada às condições tropicais e subtropicais, produz bem em todas as regiões do País. (Singh *et al*, 2006 *apud* Freire Filho, 2011)

Do ponto de vista nutricional, a escolha do feijão-caupi como base alimentar em populações menos favorecidas é uma alternativa excelente graças a sua composição. Em relação aos macronutrientes, é uma fonte rica em proteínas (cerca de 25%) e carboidratos, aliada a um baixo teor de lipídios (Freire Filho *et al*, 2011). Com o aumento do custo e a maior dificuldade de obtenção constante de proteína animal pela população com menos recursos, alimentos de origem vegetal com altos teores de proteína são uma substituição interessante para compor a dieta. Além disso, o valor nutricional protéico do feijão-caupi consegue ser quase o dobro do presente em cereais, por exemplo, demonstrando como ele consegue ser uma opção adequada em diversas comparações (Akinyele e Akinlosotu, 1987). Aliado a quantidade, a qualidade dos nutrientes presentes no feijão-caupi também são fatores de interesse, visto que é um alimento rico em aminoácidos essenciais, como a lisina, aumentando a variedade de consumo (Freire Filho *et al*, 2011).

Assim como outras leguminosas, o feijão-caupi é considerado um alimento com baixo índice glicêmico, que pode proporcionar uma melhora no controle de glicemia de indivíduos e é uma característica cada vez mais interessante, principalmente se tratando de pacientes diabéticos (Brand *et al*, 1991). Isso se relaciona ao seu alto teor de fibras alimentares, que devido a sua estrutura viscosa e fibrosa, auxiliam no controle da liberação de glicose no sangue (Jenkins *et al*, 1982). Além disso, já se relaciona o consumo de leguminosas a efeitos hipocolesterolêmicos, pois sua fermentação geram compostos como as fibras dietéticas, que se ligam aos ácidos biliares, impedindo sua reabsorção no fígado e a síntese de colesterol; e o propionato, que inibe a enzima limitante dessa mesma síntese (Trinidad *et al*, 2010).

Em relação aos minerais, é possível ser encontrado em sua composição cálcio, cobre, magnésio, mas principalmente ferro e zinco. Porém, a presença elevada de ácido fítico, tânico e lectina, conhecidos como fatores antinutricionais, podem reduzir a disponibilidade desses micronutrientes (Almeida *et al*.,2008).

Os fitatos, principais armazenamentos na forma de fósforo, se complexam com o cálcio, ferro, zinco, cobre e magnésio, reduzindo suas biodisponibilidades.

A análise e avaliação da composição nutricional de diversos cultivares de feijão caupi obtidos por melhoramento genético convencional mostram que possuem altos teores

de energia, carboidratos e são boas fontes de fibras, um ótimo conteúdo proteico e baixos teores de lipídeos conforme ilustrado na Tabela 1, concluindo que, no geral, seu consumo é benéfico do ponto de vista nutritivo e funcional.

| Cultivar | Valor energético | Carboidratos | Proteínas | Lipídeos | Fibras | Autor/ano |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BR17-Gurguéia | 351,55 | 57,64 | 27,39 | 1,27 | * | Souza e Silva *et al.* (2002) |
| BR14 - Mulato | 352,05 | 55,64 | 29,29 | 1,37 | * | Souza e Silva *et al.* (2002) |
| BRS - Milênio | 323,4 ± 0,84 | 51,4±0,63 | 24,5± 0,47 | 2,2± 0,02 | 19,4±1,07 | Frota *et al.* (2008) |
| BRS - Itaim | 334,17 | 57,69±0,28 | 21,60±0,39 | 1,89±0,08 | 15,26±0,16 | Pereira (2013) |

Tabela 1. Valor energético kcal(g.$100^{-1}$) e carboidratos , proteínas, lipídios e fibras (g.$100^{-1}$) em cultivares de feijão-caupi

Adaptado de Souza e Silva *et al*. (2002), Frota *et al*. (2008) e Pereira (2013).

*contéudo de fibras não avaliado

Técnicas de preparação como cozimento, extrusão, fermentação e germinação podem diminuir os níveis de fitatos (Mensah e Tomkins, 2003). Os taninos condensados, por sua vez, também conseguem formar complexos, porém com as proteínas, tornando-as insolúveis. Sua capacidade quelante também resulta na redução de biodisponibilidade de minerais (Feitosa *et al.,* 2015). Já as hemaglutininas, mais conhecidas como lectinas, se ligam a superfície de receptores específicos presentes nas células do intestino, interferindo na absorção de nutrientes (Vasconcelos e Oliveira, 2004). Também podemos encontrar na composição do feijão-caupi um teor de flavonóides, que apesar de muitas vezes serem vistos como antinutrientes, podem apresentar atividade antioxidante como benefício (Nassourou *et al*., 2016).

Uma estratégia para melhorar a composição proteica, mineral e diminuir os fatores antinutricionais é o processo de germinação (ou brotação), que deve ser realizada previamente ao cultivo, ainda nas sementes do feijão-caupi. Ele consiste em embeber a semente para germinação gerando modificações no endosperma, decorrente da ação de enzimas, e alterando diversas características físicas e químicas (Edom, 2013). Uma dessas mudanças mais importantes é a liberação das fitases, responsáveis pela degradação dos fitatos, além da solubilização de taninos condensados, aumentando a biodisponibilidade mineral (Owuamanam *et al.,* 2004 e Sokrab *et al*., 2012).

Apesar de não influenciar diretamente na composição nutricional do feijão-caupi, as condições de cultivo também devem ser minuciosamente estudadas, a fim de garantir um produto final conveniente. Apesar de o grão tolerar bem o déficit hídrico, a época que é cultivado pode influenciar na qualidade tecnológica final em fatores como o tamanho do grão, tempo de cocção, dureza da casca e rendimento. A presença constante de chuvas em todo o processo não é ideal, devido a maiores riscos de contaminação fúngica (Almeida

*et al.,* 2020).

O genótipo do grão de feijão-caupi pode influenciar de forma direta na composição, podendo variar os valores nutricionais do produto final. A produção de sementes com melhoramento genético a fim de progredir e melhorar a qualidade nutricional do feijão-caupi já vem sendo realizada e deve ser incentivada, a fim de aprimorar as falhas já citadas e maximizar os benefícios (Frota *et al.,* 2008).

O fato da produção de leguminosas ser influenciada por diversos fatores pode ser aproveitado como uma vantagem, visto que, a diversificação destas condições pode ser utilizada para melhorar a qualidade das sementes e do processo de cultivo a fim de enriquecer nutricionalmente o produto final. (Trinidad et al, 2009). Entender detalhadamente a estrutura e a genética do feijão-caupi, assim como determinar seus níveis de macro e micronutrientes, além dos fatores antinutricionais em diferentes épocas de semeadura pode ajudar a fornecer novas estratégias para a indústria de pesquisa e desenvolvimento.

## 2 I FEIJÃO-CAUPI BIOFORTIFICADO

A Biofortificação é uma alternativa de intervenção nutricional que tem como objetivo aumentar o conteúdo de micronutrientes em alimentos com a utilização de práticas agronômicas e melhoramento de plantas.

A EMBRAPA coordena o Programa de Biofortificação do Brasil (BioFort) , que faz parte de um consórcio de pesquisa que atua na América Latina, África e Ásia, o HarvestPlus e tem como objetivo minimizar a desnutrição com foco no melhoramento de alimentos básicos como o feijão-caupi através do cruzamento convencional entre espécies com teores elevados de micronutrientes como o ferro e o zinco e o beta-caroteno (pró-vitamina A) utilizando mecanismos de distribuição de sementes de cultivares biofortificadas e de integração com os produtores tendo como público alvo as populações menos favorecidas (Nutti *et al.,* 2009).

O fornecimento de micronutrientes em altas concentrações nas partes comestíveis de culturas básicas pode impactar positivamente na saúde humana e contribuir para diminuir a desnutrição nas regiões menos desenvolvidas do país (Mayer, Pfeiffer e Beyer, 2008). No entanto, esta concentração de micronutrientes deve garantir uma biodisponibilidade adequada de minerais e trazer resultados eficazes (Nestel *et al*., 2010).

Para que o processo de biofortificação seja bem sucedido alguns fatores devem ser considerados e seguem um fluxo dividido em fases que tem início com a identificacão da população alvo até a obtenção da melhora do estado nutricional dessa população. (Mulualem, 2015). Segundo Bouis, e Welch, (2010), três fatores são essenciais para um resultado positivo. Primeiramente a combinação de alta densidade de nutrientes com alta produtividade e alta lucratividade para o agricultor. Em seguida comprovação da eficácia, que deve ser demonstrada através avaliação da necessidade de micronutrientes do público-

alvo, e, após o consumo dos cultivares biofortificados ocorrer redução da desnutrição. Por último deve ocorrer a aprovação da cultura biofortificada pelos agricultores e consumidores em regiões-alvo onde as pessoas sofrem de desnutrição por esses micronutrientes.

## 2.1 Composição centesimal e micronutrientes do feijão-caupi biofortificado

Pereira (2014) avaliou a composição centesimal de cultivares biofortificadas de feijão-caupi (BRS Aracê, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique) bem como sua bioacessibilidade encontrando valores promissores de proteínas, lipídios e fibras, conforme Tabela 2, abaixo e, valores de ferro que variaram de 6,3 a 5,1 mg. 100 $g^{-1}$ e de zinco de 4,5 a 3,5 mg.100 $g^{-1}$.

| Cultivares | Proteínas | Cinzas | Lipídios |
|---|---|---|---|
| BRS Xiquexique | 22,4[a] | 3,33[a]±0,04 | 2,67[a] ±0,44 |
| BRS Tumucumaque | 23,7[b] | 3,81[a]±0,13 | 2,57[b] ±0,10 |
| BRS Aracê | 24,8[c] | 4,02[b]±0,03 | 2,77[a] ±0,16 |

Tabela 2. Proteínas, cinzas e lipídios em cultivares biofortificadas de feijão-caupi (g.$100^{-1}$).

Fonte: adaptada de Pereira (2014).

Uma análise comparativa entre os três cultivares de feijão-caupi, BRS Aracê, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique, mostrou que a BRS Aracê apresentou maior teor de proteínas e menor de zinco. Por outro lado, a BRS Tumucumaque apresentou tempo de cozimento menor e, a BRS Xiquexique apresentou maior teor de ferro e zinco e maior tempo de cozimento (Tabela 3).

| **Cultivares** | **Proteínas** (%) | **Ferro** (mg. $Kg^{-1}$) | **Zinco** (mg. $Kg^{-1}$) | **Tempo de cozimento (min.)** |
|---|---|---|---|---|
| BRS Aracê | 25 | 61,7 | **48,6** | 18’20” |
| BRS Xiquexique | 23,23 | 77,41 | 53,66 | 22” |
| BRS Tumucumaque | 23,53 | 60,57 | 51,63 | 13’23” |

Tabela 3. Proteínas, Ferro, Zinco e tempo de cozimento nos cultivares biofortificadas de feijão- caupi.

Fonte: Embrapa, 2009.

Foram analisados 44 genótipos elite de feijão-caupi quanto aos teores de proteínas, ferro e zinco. Os resultados mostraram uma variação de 20,4 % a 28,3 % para o conteúdo de proteínas, 37,29 a 77,41 mg kg-1 de ferro e 30,37 a 62,80 mg kg-1 de zinco. O cultivar BRS-Xiquexique apresentou melhores resultados para o ferro, adaptabilidade e estabilidade para cultivo nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil (Rocha *et al*., 2008).

Alves (2017) avaliou formas de aplicação de zinco no feijão-caupi na cultura dos genótipos BRS Guariba (mais cultivado no Brasil) e BRS Xiquexique (com alto teor de

zinco) verificando que as concentrações deste mineral nos grãos são determinadas pela especificidade na produtividade de cada cultivar. Nas condições do estudo foram utilizadas quatro formas de aplicação de Zn: não aplicação (controle); aplicação no solo (Zn-S); aplicação na folha (Zn-F) e aplicação no solo e na folha (Zn-S+F). Como resultado sugeriu-se ser mais viável a utilização de cultivares comerciais de alta produtividade como o BRS Guariba e aplicação de zinco no solo ou pulverização foliar, elevando sua concentração e acúmulo nos grãos em razão do cultivar BRS Xiquexique ter uma baixa produtividade mesmo apresentando maiores concentrações de zinco e melhor potencial para bioforticação.

Carvalho *et a*l. (2011) identificaram oito genótipos superiores quanto aos teores de ferro, zinco e proteínas de feijão-caupi bioforticado, revelando que o cruzamento do cultivar BRS Xiquexique x TE97-304G-4 foi o mais promissor quanto as concentrações de zinco.

Amostras de grãos verdes de feijão-caupi biofortificadas (BRS Aracê, BRS Tumucumaque, BRS Xiquexique e amostra padrão BRS Guariba) foram analisadas quanto à sua composição química e o efeito do processamento térmico. O teor de umidade variou de 58,32 a 60,66 %, valor energético de 159 a 170 kcal / 100g (base úmida). No grão verde cru o teor de cinzas variou de 1,58% a 1,68%, proteínas de 11,03% a 13,25%, lipídeos 1,31% a 2,23% e carboidratos de 36,11% a 38,13%. Os resultados mostraram que os grãos de feijão-caupi foram afetados pelo processamento térmico, reduzindo os teores de cinzas, proteínas, carboidratos e aumentando o conteúdo de lipídeos, a exceção da BRS Tumucumaque, apresntou aumento em proteínas e redução em lipídeos (Melo *et al.*, 2017).

## 3 | FARINHA E SEUS PRODUTOS

### 3.1 Farinha

Visando buscar alimentos com um melhor perfil nutricional, baixo custo de produção e a praticidade, a indústria vem desenvolvendo técnicas para obtenção de uma farinha de feijão-caupi, a fim de melhorar seus aspectos de qualidade, gerando um maior tempo de prateleira, associado a maior rapidez no preparo do acarajé, visto que a obtenção convencional do feijão-caupi, demanda a maior parte do tempo do processo total, seria eliminado com a utilização da farinha já pronta, e, ao mesmo tempo, manteria os aspectos nutricionais desejados.

Um estudo realizado com 262 crianças em idade pré escolar, entre 2 a 5 anos, em creches Municipais de Teresina, no Estado do Piauí, Brasil, teve como objetivo avaliar o impacto nutricional na anemia ferropriva com o consumo de biscoitos a base farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico para um grupo (G1) e biscoitos enriquecidos com farinha de feijão-caupi (*V. unguiculata* (L.) Walp) da BRS-Xiquexique, biofortificada com ferro e zinco para outro grupo (G2). Havia prevalência de anemia nos grupos G1 e G2 antes e após a intervenção nutricional mostrando que o uso de ambos os tipos de formulações de biscoitos diminuiu a prevalência de anemia (G1 e G2) sendo que o G2 revelou uma maior

redução (Landim *et al.*, 2016).

A utilização de farinha de feijão-caupi é viável em outros alimentos além do acarajé. Rios *et al.* (2018) concluíram que todas as farinhas integrais de feijão-caupi demonstraram além de um perfil nutricional excelente, sendo potencialmente adequadas para panificação.

Frota *et al.* (2010) exaltam que. além dos atributos nutricionais (proteínas, minerais, ferro, zinco, magnésio, potássio e vitaminas), a avaliação sensorial para produtos de panificação também apresentou aceitação superior a 70%, demonstrando ser um produto viável a ser utilizado.

Leal *et al.* (2013) demonstraram que as farinhas de feijão-caupi biofortificado apresentaram propriedades físicas, químicas e valor nutricional favoráveis para o desenvolvimento de produtos alimentícios, devido a sua boa estabilidade, elevado conteúdo proteico e de minerais bem como índice de solubilidade em água elevado, sendo este um bom indicativo para produção de alimentos como sopas e mingaus.

Adicionalmente, Cavalcante e*t al.* (2016) concluíram que a farinha de feijão-caupi é uma opção válida para o enriquecimento de alimentos assados sem glúten, sendo uma alternativa para inserção do produto no mercado.

## 3.2 Processamento da farinha de feijão-caupi para produção de acarajé e outros produtos

Tradicionalmente, o preparo da massa de feijão-caupi para a elaboração do acarajé, é realizado pela sua imersão em água (afrouxamento da película), descorticação manual, maceração dos cotilédones, moagem úmida, batimento e, por fim, fritura por imersão em azeite de dendê quente. O processo, apesar de todo o seu contexto histórico é fora dos padrões atuais de preparo para consumo imediato, devido ao longo tempo envolvido em todas as etapas (Moreira *et al.*, 2008). Um produto que apresenta diversos benefícios devido ao ótimo perfil nutricional perde em termos de praticidade, devido ao processo artesanal de produção. Com base nisso, a preparação de uma farinha de feijão-caupi é uma proposta alternativa e rápida, visto que as etapas mais demoradas seriam realizadas de forma industrial, minimizando tempo e mão de obra permitindo que o responsável pelo preparo deveria se encarregar apenas de sua reconstituição em água, sendo similar a forma que a tradicional (Patterson *et al.*, 2004). Adicionalmente, a conversão do produto fresco em farinha pronta proporcionaria aumento do tempo de validade, em condições adequadas de armazenamento com poucas alterações em suas características nutricionais, físicas, químicas e microbiológicas (McWatters *et al.*, 2006).

### *3.2.1 Descorticação*

#### *3.2.1.1. Imersão em água (úmida)*

Estudos anteriores reportaram semelhanças em relação ao tempo de imersão e

nível de água utilizado.

Chhinnan *et al*. (1985) avaliaram diferentes tempos de hidratação devido a não haver um consenso , na Nigéria, um dos maiores produtores de feijão-caupi, concluindo que a utilização de água entre 56% e 62%, não revelaram diferenças significativas no tempo de hidratação.

Níveis diferentes de água afetam a viscosidade aparente, importante indicador de desempenho do produto final.

Kethireddipalli *et al.* (2002a) definiram que 15 minutos de imersão seriam suficientes para a reconstituição da farinha, devido a sua característica de um pó fino. Após esse tempo, não haveria mais efeitos significativos sobre a sua gravidade específica, parâmetro de forte influência nas características do produto final. Além disso, também concluíram que o nível de água teria efeito direto nas características da pasta tendo, portanto, uma variação entre 60% e 65%.

McWatters e Chhinnan (1985) concluíram que o nível de água para a hidratação da farinha de feijão-caupi tem influência significativa nas características da pasta formada enquanto o tempo de imersão foi pouco influenciado, assim como a interação nível de água-tempo de hidratação. Essa influência ocorreu de forma diretamente proporcional no teor de gordura bruta e na diferença de matriz, ou seja, foram aumentados conforme o nível de água também aumentou, enquanto a força de cisalhamento foi inversamente proporcional. Tempo de imersão e nível de água não tiveram valores significativos nos atributos sensoriais como cor, textura e sabor, tendo notas de aceitabilidade aceitáveis.

O nível de água de 60% obteve características mais semelhantes ao produto original, sendo considerado ideal. O aumento do nível de água diminuiu a viscosidade das pastas, porém todas as pastas oriundas da farinha eram mais viscosas que as provenientes do produto original.

#### *3.2.1.2. Descorticação a seco*

A etapa de descorticação para obtenção de farinha de feijão-caupi é a que mais difere do processo tradicional. Isto porque, tradicionalmente, este processo é todo manual, realizado de forma minuciosa, o que não compactua com a rotina industrial. Portanto, é importante entender o quanto a aplicação de descorticação mecânica poderia influenciar nas qualidades nutricional, física e sensorial do acarajé. O descascamento é importante para a coloração final do produto, pois alguns cultivares de feijão-caupi podem apresentar manchas ou aspectos indesejáveis que influenciam na cor do produto. Enquanto o processo manual é rigoroso, pesado e demorado, o processo mecânico pode ser realizado por uma descascadora que, quanto mais eficiente for, mais consegue agilizar o processo e otimizar o rendimento. No estudo de Akinjayeju e Bisiriyu (2004), a comparação entre os dois métodos de descasque não demonstraram influência significativa nas características físico-

químicas e reológicas, assim como sensoriais. Já quando a comparação é entre produto onde houve remoção dos tegumentos ou não, os produtos que passaram pelo processo de descorticação apresentam valores reduzidos de cinzas totais e proteínas. O mesmo foi visto no estudo de Feitosa *et al.* (2015), que associaram a diminuição de cálcio no feijão-caupi e na pasta tanto do feijão fresco quanto na provinda da farinha, com a remoção da casca no início do processo.

### 3.2.2 Moagem

A moagem úmida é o processo utilizado no preparo tradicional do acarajé, reduzindo o tamanho de partícula das sementes até formar uma pasta lisa com umidade distribuída. A moagem a seco foi a primeira alternativa viável encontrada para a produção de uma farinha que deveria ser reidratada quando fosse ser utilizada, com o objetivo de reduzir o tempo do processo de horas para cerca de 20 minutos (Singh *et al.*, 2005). Porém, Obasi *et al.* (2014) relataram que a farinha fina não misturada obtida desse tipo de moagem era densa e menos esponjosa, originando um produto seco e duro, com uma crosta dura e não aceito pelo consumidor (McWatters, 1983). Essas características foram associadas ao pequeno tamanho da partícula, que afetava a qualidade do acarajé, e, portanto, que esse fator deveria ser reavaliado, aumentando o tamanho da partícula e gerando um produto de melhor qualidade (Obasi *et al.*, 2014).

O método de moagem afeta diretamente a distribuição do tamanho de partículas, fator determinante para a hidratação de farinhas. Moagem de farinhas mais finas desfavorecem a reconstituição da mesma com água, diminuindo sua viscosidade e sua propriedade de formação de espuma (Singh *et al.*, 2005). Este processo também afeta a estrutura celular e suas fibras, que vão influenciar negativamente na hidratação e no espessamento (Kethireddipalli *et al.*, 2002a). Além disso, quando a estrutura da fibra é modificada, a sua capacidade de aprisionar água dentro da matriz também é afetada, sendo mais um agravante para remodelação do produto final (Cadden, 1987). Tendo conhecimento sobre todas essas condições, um acarajé de qualidade, portanto, deveria obter um tamanho de partículas intermediário entre farinha fina e grãos grossos, e assim o produto teria uma boa qualidade mesmo sendo proveniente de farinha (Phillips *et al.*, 1988).

Singh *et al.* (2005) avaliaram a distribuição do tamanho de partículas em sementes de feijão-caupi moídas a seco, moinho de martelo com peneiras de 1.73-m e 2.54-mm para a obtenção de farinhas, concluindo que aquela obtida com peneira de 2.54-mm proporcionou um acarajé aceitável para os consumidores e com menor teor de gordura. De acordo com a legislação brasileira (Brasil, 2005), a farinha de trigo deverá apresentar média de tamanho de partículas igual ou menor que 250µm, porém não existe legislação específica para a farinha de feijão-caupi (Rios *et al.*, 2018).

Kethireddipalli *et al.* (2002a) avaliaram as moagens de feijão-caupi a seco e úmida

revelando que a moagem a seco promoveu uma farinha fina que afetou negativamente na capacidade de retenção de água bem como na qualidade do acarajé comparada a moagem úmida.

Olopade *et al.* (2004) avaliaram farinhas de feijão-caupi obtidas por: 1) descascamento e moagem úmidos e secagem (controle); 2) com descascamento úmido e secagem e, 3) descasamento úmido e moagem e secagem em esteira em leito de espuma, para a elaboração de acarajé. Observaram que o acarajé obtido pelo método (2) apresentou melhor qualidade sensorial.

Gomes *et al*. (2012) analisaram o processo de obtenção de farinha de feijão caupi comercial (subclasse fradinho), utilizando diferentes temperaturas de secagem, concluindo que as farinhas obtidas a partir das temperaturas de 50 e 60ºC apresentaram maiores índices de solubilidade em água e, portanto, com melhores características para o processamento de produtos de rápido preparo tais como sopas, pudins e mingaus e boa estabilidade microbiológica.

Normalmente, a massa tradicional de acarajé moída úmida tem 64% de suas partículas com 50 mesh a 100 mesh de tamanho, e somente 16% de partículas finas (400 *mesh*) (Moreira *et al*.,2008).

### *3.2.3 Extrusão*

Apesar de McWatters (1983) relatar que o acarajé feito de farinha de feijão-caupi recebeu classificações aceitáveis, apesar de a textura ser mais densa que o tradicional, foi possível identificar ao longo de todo processo algumas problemáticas envolvendo a utilização da farinha e o produto final.

Armazenamento de feijões em ambientes com alta umidade (> 75%) e temperaturas elevadas (> 30 ºC) reduzem valor nutricional e promovem endurecimento do grão *(hard-to-cook)*. Uma alternativa seria a adição do processo de extrusão a farinha, onde os feijões endurecidos sofrem alterações físico-quìmicas causadas pelo calor, umidade e alta pressão, tornando viável a utilização desses grãos. Batista (2010) investigou as alterações causadas pela extrusão nas propriedades bioquímicas e funcionais de farinhas de feijão comum ( *Phaseolus vulgaris L*.) das variedades preto e carioca e feijão caupi ( *Vigna unguiculata*) endurecidos . Os resultados indicaram que a extrusão afetou apenas o teor de umidade da farinha de feijão caupi, mas não afetou a composição centesimal das demais farinhas. Houve diminuição do contéudo de ácido fítico e inibidores de tripsina pela inibição da atividade hemglutinante e inibidores de alfa amilase. No feijão carioca e preto houve aumento da digestibilidade proteica e de amido, mas no feijão caupi apenas a digestibilidade proteica foi melhorada. De acordo com Hashimoto *et al*. (2020), quando submetida a esse processo, a farinha de feijão-caupi apresenta manutenção da viscosidade e baixa tendência a retrogradação do amido, que a torna ideal para utilização como farinha

instantânea, além de ainda ser vantajosa de acordo com os aspectos nutricionais. Além disso, a adição de amido de milho a essa farinha extrusada se mostrou capaz de reduzir em 25% o teor de gordura do akara, mantendo os atributos sensoriais do produto tradicional (Patterson *et al.,* 2004). Além da extrusão, uma proposta que também poderia melhorar a qualidade do produto é a tostagem das sementes de feijão-caupi, com posterior adição a outras farinhas alimentares (Obasi *et al*., 2014).

Algumas variedades de feijão-caupi possuem como característica o cozimento mais difícil e podem ser usadas para a produção de amido para expandir sua utilização. Em termos de aplicação, o amido de feijão- caupi  nativo pode encontrar usos como espessantes e agentes gelificantes em alimentos porque formam géis firmes, enquanto na forma modificada podem ser usados em alimentos que requerem processamento em alta temperatura, como na extrusão e tem potencial para serem usados na formulaçao de alimentos para fins especiais  como no manejo do diabetes por exemplo , devido aos níveis elevados de amido resistente e baixo índice glicêmico. Segundo Oyeyinka *et al*. (2021) estudos futuros são necessários para compreender completamente a estrutura molecular do amido do feijão-caupi cultivado em diferentes condições agronômicas.

### *3.2.4 Características da pasta*

A consistência da pasta obtida através dos processos anteriores será o que definirá a qualidade da massa do acarajé, e fatores como hidratação, viscosidade e a capacidade de formação de espuma são importantes para garantir um produto de excelência.

Para produtos à base do feijão-caupi, pelo método tradicional, esses fatores normalmente tem uma variância baixa, que ocorre principalmente pela diferença entre os cultivares e seus teores nutricionais (Rios *et al*., 2018).

A pasta proveniente do feijão embebido e decorticado gerou um material rico em parede celular e proteína solúvel, tornando-a adequada a fabricação do akara, de acordo com os três fatores citados anteriormente (Kethireddipalli *et al*., 2002b). Porém, a substituição do produto fresco pela farinha do feijão-caupi afeta esses parâmetros por diversos motivos, podendo comprometer assim o aspecto do produto final.

O pH e a temperatura também influenciam na qualidade da pasta. Mbofung, *et al*. (2002) avaliaram farinhas de feijão comum (*Phaseolus vulgaris)* e de feijão-caupi *(Vigna unguiculata)* para a elaboração de acarajé (pasta frita) *e koki* (pasta cozida no vapor), muito consumidos em Camarões (África). Concluíram que as condições ideais para uma boa massa-pasta foram de pH de 4-10, concentração de NaCl de 0,5 M e temperatura de cerca de 30 °C revelando-se, as condições utilizadas, com elevada aceitabilidade do produto pelo consumidor.

A pasta obtida pela moagem passará pelo processo de batedura, que irá incorporar ar à essa massa. Segundo Mbofung *et al*. (2002) essa etapa é imprescindível pois

proporciona boas propriedades de dispensação, qualidade de fritura e determina a textura do produto, que deve ser leve e esponjosa (Mbofung *et al.*, 1999). Outros estudos também afirmam que a textura do acarajé é fator essencial a aceitação do produto, justificando a importância do processo de batedura. A hidratação e consequente batedura da pasta a base de farinha gera um produto com partículas de tamanhos variados, e uma adição de farinha adicional é capaz de reduzir o tamanho das partículas (Singh *et al.*,, 2005). melhorando as propriedades de hidratação da amostra e a funcionalidade da pasta, resultando numa melhor qualidade para a fabricação de acarajé (Mbofung *et al.*, 1999).

A capacidade de formação de espuma também se apresenta como um critério determinante para a qualidade textural do acarajé (Hung *et al.*, 1988). É considerado um produto com boa capacidade de espumação aquele que possui uma dispersão uniforme de bolhas de gás por toda a pasta (Kethireddipalli *et al.*, 2002b). Um índice que consegue mensurar esse fator é a gravidade específica, onde quanto mais ar for incorporado a pasta, menor ela será. Unido a isso, a pasta oriunda do feijão-caupi pelo método tradicional apresenta alta gravidade específica, além de capacidade de absorção de água adequada (Obasi *et al.*, 2014). Já a pasta proveniente da farinha demonstrou uma fraca capacidade de absorver água, menor gravidade específica e foi mais difícil para dispensar do que a do produto tradicional (Singh *et al.*, 2005).). Assim como concluído durante o processo de moagem, isso pode ser atribuído ao seu menor tamanho de partícula, sendo este um fator agravante a qualidade da pasta (McWatters, 1983). Com isso, o produto gerado a partir da farinha é mais denso e menos esponjoso (Obasi *et al.*, 2014).

Fluxograma do Processamento da farinha para produção de Acarajé

## 3.3 Produtos produzidos com farinha de feijão-caupi biofortificada

### *3.3.1 Acarajé/Akara*

O acarajé é um alimento muito conhecido não apenas pelo sabor singular, mas também pela representação cultural que possui. O ofício das baianas de acarajé é considerado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan, 2004) patrimônio cultural do Brasil, devido a relevância deste prato na história nacional, principalmente associado à cidade de Salvador, na Bahia, mas já amplamente difundido pelo país. Segundo Bitter & Bittar (2012) é definido como um bolinho de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.), popularmente conhecido como macassa, de corda ou fradinho, onde esse feijão é moído com a chamada

pedra de acarajé, um tipo de pilão, temperado e frito em azeite de dendê, produzido a partir do fruto da palmeira conhecida como dendezeiro (*Elaesis guineensis*), originária da África (Borges,2008). Segundo Querino (1988, *apud* Borges, 2008), pelo fato dos comerciantes portugueses destinarem sempre um africano ou africana para o serviço culinário em suas casas possibilitou que usos e costumes vindo da África fossem introduzidos e incorporados na culinária a "moda Reino.

A receita original do acarajé é proveniente da África Ocidental, e chegou ao Brasil através de escravos oriundos dessa região. Na África, inclusive, o prato à base de uma pasta de feijão-caupi frito, conhecido como *akara*, é um dos mais consumidos pela população local até hoje (Brasil, 2004).

O acarajé possui quantidades relevantes de proteínas, minerais e vitaminas, demonstrando ser uma escolha interessante para inserção na dieta alimentar. Quando associado ao fator econômico, a questão amplia seus benefícios, visto que o custo de produção da matéria-prima e do produto final são reduzidos, e o torna um possível substituto da proteína animal em famílias menos favorecidas, já que esta apresenta custo cada vez mais excessivo (Mc Watters e Chinnan, 1985). Uma questão que deve ser levada em consideração, e que já se consolidou em estudos anteriores, é que a composição nutricional do acarajé pode variar dependendo da qualidade dos grãos, seus genótipos, condições de colheita e dos processos utilizados para a produção da pasta (Almeida *et al*., 2020; Frota *et al*., 2008).

A produção do acarajé está associada com sua característica histórica, pois o trabalho manual era considerado extremamente essencial, além de ser visto como uma contribuição das produtoras do sexo feminino à população que iria se alimentar de tal iguaria (Bitter & Bitar,2012). Nos tempos atuais, diferentemente do que se observava antigamente, a praticidade tem sido vista como fator crucial para favorecer o consumo de algum produto. Enquanto os pesquisadores da área de ciência e tecnologia de alimentos atuam na inclusão de pratos mais nutritivos na rotina diária da população, as indústrias alimentícias atuam favorecendo a produção com custos reduzidos, tanto de produção quanto do produto final, e praticidade aumentada, prioridades do consumidor atual. Nesse contexto, a utilização de farinha de feijão-caupi vem sendo vista como uma opção para tornar o preparo de acarajé mais funcional, diminuindo o tempo do processo e a necessidade de mão de obra, mas ainda empenhando-se em manter a qualidade nutricional do produto final elevada (Patterson, 2004).

### *3.3.2 Biscoitos*

Em um estudo para avaliar a aceitabilidade de biscoitos tipo *cookies* com farinha de feijão- caupi biofortificada do cultivar BRS Xiquexique foram desenvolvidas três formulações com concentrações diferentes de farinha: uma padrão (F1), 15% (F2) e 30% (F3) e, então,

realizadas as análises microbiológica, físico-química e sensorial. Os cookies desenvolvidos apresentaram aceitação semelhante ao padrão **e** resultados microbiológicos conforme a legislação. A análise físico-química mostrou diferenças consideráveis entre as formulações nos teores de umidade, proteína, lipídios e fibras. Os teores de ferro e zinco foram mais elevados nas formulações F2 (15%) e F3 (30%) ferro concluindo-se que os biscoitos tipo *cookies* com adição da farinha de feijão caupi biofortificados, possuem fontes de ferro e zinco necessárias para suprir as necessidades recomendadas, sendo uma opção viável para a indústria de produtos alimentícios (Fiorentin *et al*., 2019)

Foi desenvolvido um biscoito enriquecido com farinha de feijão caupi biofortificado com o cultivar BRS Xiquexique e realizada a determinação da composição química, tanto para a farinha quanto para o biscoito biofortificado e calculou-se o conteúdo dos minerais ferro e zinco dos mesmos. Os resultados mostraram que o biscoito a base de feijão-caupi biofortificado, demonstrou ótimo conteúdo de nutrientes (principalmente ferro e zinco), sendo um produto com grande potencial nutritivo e funcional como opção viável para utilização em intervenções relacionadas a carências nutricionais como anemia ferropriva. (Landim *et al*.,2013)

### *3.3.3 Baião de Dois*

Foram analisadas cinco formulações de baião-de-dois elaboradas a partir de arroz integral e feijão caupi biofortificados com as amostras dos cultivares BRS Aracê, BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique. Dentre as formulações testadas a combinação com o cultivar BRS Aracê apresentou maior rejeição por ter apresentado maior tempo de cocção (TC), o que pode ter influenciado no cozimento não uniforme e com o cultivar BRS Xiquexique apresentou melhor aceitação podendo ser recomendada para o consumidor de baião-de-dois (Costa *et al*.,2015).

### *3.3.4 Pão de queijo*

Cavalcante *et al*. (2016) desenvolveram  pão de queijo enriquecido com farinha integral de feijão-caupi biofortificada e avaliaram sua composição química e aceitação. Duas formulações, F1 e F2, foram preparadas contendo 5,6 e 8% de farinha de feijão-caupi em substituição ao amido, respectivamente e os resultados mostraram  modificações na composição química como aumento nos teores de proteinas e carboidratos, bem como cobre, ferro, fósforo, magnésio, manganês e zinco e redução do valor calórico total em relação à formulação padrão. Com estes resultados concluiram que o feijão- caupi pode ser uma opção viável  para o enriquecimento de alimentos assados que não contenham glúten, como o pão de queijo.

## 4 | CONCLUSÕES

O feijão-caupi é uma opção excelente para enriquecimento da dieta, principalmente aliado a seu baixo custo e alta disponibilidade, principalmente no Brasil. O acarajé, produto oriundo do feijão-caupi, é obtido através dos processos de imersão em água, decoração, maceração, moagem, batedura e fritura, e devido ao seu sabor característico, apresenta uma alta aceitação sensorial, além de ótimo valor nutritivo. Devido a demanda de tempo requerida para fabricação do acarajé, uma farinha a base do feijão-caupi seria uma alternativa para otimizar o processo, visto que eliminaria todas as fases iniciais, restando apenas a reidratação e fritura. Porém, devido principalmente ao tamanho muito pequeno dos grãos dessa farinha, a pasta obtida pode apresentar baixa qualidade, com pouca formação de espuma, viscosidade e capacidade de retenção de água inadequadas. Diante dessas condições estudos sugerem que um tamanho de partículas intermediário entre farinha fina e grãos grossos pode ser o ideal para um produto final de qualidade. Além disso, a composição nutricional do acarajé é influenciada pela qualidade dos grãos, seus genótipos, condições de colheita e dos processos utilizados para a produção da pasta.

A farinha de feijão-caupi biofortificada consegue ser aproveitada em outros ramos, pode ser utilizada como matéria-prima em outras formulações com características que permite se obter um produto de excelência sensorial, nutritiva e econômica, sugerindo-se que novos estudos devem ser realizados , a fim de alterar os parâmetros que estão questionáveis.

## REFERÊNCIAS


ALMEIDA, D.T.; GREINER, R.; FURTUNADO, D.M.N.; TRIGUEIRO, I.N.S.; ARAÚJO,M.P.N. Content of some antinutritional factors in bean cultivars frequently consumed in Brazil. **International Journal of Food Science and Technology***,* v.43, n.2, p. 243-249, 2008.

ALMEIDA, F.S.; MINGOTTE, F.L.C.; COELHO, A.P; LEMOS, L.B.; SANTANA, M.J; ROCHA, M.M. (2020). Does the sowing period change the grain technological quality of cowpea cultivars? **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**,Recife, v.15, n.4, e8677, 2020.

ALVES, L.V.F.V. **Estratégias de adubação com Zinco para Biofortificação agronômica do feijão caupi.** 2017. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2017.

AKINJAYEJU, O.; BISIRIYU, K.T. Comparative studies of some properties of undehulled, mechanically dehulled and manually dehulled cowpea (*Vigna unguiculata* Walp. L.) flours. **International Journal of Food Science and Technology,** v.39, n.4, p.355-360, 2004.

AKINYELE, I.O.; AKINLOSOTU, A. Contribution of cowpea (*Vigna unguiculata*) in a mixed diet to the nutrient intake of rural children in Ibadan. **British Journal of Nutrition***,* v.58,n.1,p. 31–39, 1987.

BATISTA, K.A. **Extrusão de farinha de feijão hard-to-cook:** características bioquímicas e propriedades fumcionais. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciencias Agrárias - Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia,2010. 2010.

BITTER, D.; BITAR, N.P. Comida, trabalho e patrimônio: notas sobre o ofício das baianas de acarajé e das tacacazeiras. **Horizontes Antropológicos,** v.18, n.38, p. 213-236, 2012.

BORGES, F.M**. Acarajé**: Tradição e modernidade. 2008. Dissertação (Mestrado em Estudos Étnicos e Africanos) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

BOUIS, H.; WELCH, R.M. Biofortification – A sustainable agriculture strategy for reducing micronutrient malnutrition in the Global South. **Crop Science,** v.50, p. S-20-S-32.

BRAND, J.C.; COLAGIURI, S.; CROSSMAN, S.; ALLEN, A.; ROBERTS, D.C.K.; TRUSWELL, A.S. Low-Glycemic index foods improve long-term glycemic control in NIDDM. **Diabetes Care**,v. 14, n.2,p. 95-101, 1991.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. **Instrução normativa n.8, de 03 junho de 2005.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 junho de 2005, Seção 1, n. 105, p. 91.

CADDEN, A.M. Comparative effects of particle size reduction on physical structure and water binding properties of several plant fibers. **Journal of Food Science**, v. 52, n.6, p.1595-1599, 1987.

CARVALHO, L.C.B.; DAMASCENO, SILVA, K.J; ROCHA, M.M.; FRANCO, L.J.D.; SILVA, L.R.A.; CARVALHO, J.S.; SOUZA, M.B.; PIRES, C.J. Obtenção de populações de feijão caupi visando a Biofortificação para os teores de ferro, zinco e proteína. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO,4,2011, Teresina. **Palestras e resumos.** Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011.

CAVALCANTE, R. B.M.; MORGANO, M.A.; DAMASCENO E SILVA; K.J., MAURISRAEL; M.M, ARAÚJO; M.A.M.; MOREIRA-ARAÚJO, R.S.R. Cheese bread enriched with biofortified cowpea flour. **Ciência e Agrotecnologia** ,v.40 n.1,p. 97-103, 2016. <doi.org/10.1590/S1413-70542016000100009

CHINNAN, M.S.; MCWATTER, K. H.; RAO, V. N. M. Rheological Characterization of Grain Legume Pastes and Effect of Hydraton Time and Water Level on Apparent Viscosity. **Journal of Food Science**, v.50, n.4, p. 1167-1171, 1985.

COSTA, N. Q.; DAMASCENO- SILVA, K. J. ; FRANCO, L. J. D; MOREIRA – ARAÚJO; R. S. DOS R.; ROCHA, M. DE M. Aceitabilidade de formulações de baião-de-dois elaboradas a partir de arroz integral e feijão caupi biofortificados. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 5, 2015, São Paulo. **Anais** [...]. Brasília, DF: Embrapa, 2015. T304. p. 102-104.

EDOM, A. T. **Effect of Sprouting on the Nutrient Composition, Functional and Rheological Properties of Selected Legume Flours**. 2013.Dissertação (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) -Federal University of Technology, Owerri, 2013.

EMBRAPA. **BRS Aracê: cultivar de feijão-caupi com grãos de cor verde-oliva e rica em ferro e zinco**. Folder. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009.

EMBRAPA. BRS **Tumucumaque: cultivar de feijão-caupi com ampla adaptação e rica em Ferro e Zinco.** Folder. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009.

EMBRAPA. BRS **Xiquexique: cultivar de feijão-caupi rica em ferro e zinco**. Folder. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009.

FEITOSA, S.; ALMEIDA, D.; GREINER, R.; KORN, M.M.; OLIVEIRA, T.R.S.; BOFFO, E.F. Content of Minerals and Antinutritional Factors in Akara (Fried Cowpea Food). **International Journal of Food Processing Technology**, v.2, n.2, p. 42-50, 2015.

FIORENTIN, S.; TEIXEIRA, F.; SILVA, S., BERNARDI; D., SANTOS, S.; LOVATO, F. Desenvolvimento de formulações de biscoitos tipo cookies com adição de farinha de feijão-caupi BRS Xiquexique. **Fag Journal of Health (FJH***),* v.1 n.2, p. 36-47, 2019.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. DE; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 26-46.

FREIRE FILHO, F.R; RIBEIRO,V.Q.; ROCHA,M.M.; DAMASCENO E SILVA, K.J.; NOGUEIRA, M.S.R.;RODRIGUES, E.V. **Feijão-caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.

FREIRE FILHO ,F.R.; CARDOSO,M.J.; ARAÚJO,A.G. Caupi: nomenclatura científica e nomes vulgares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** 18(12),1369-1372, 1983.

FROTA, K.M.G.; MORGANO, M.A.; SILVA, M.G.; MOTA ARAÚJO, M.A.; MOREIRA – ARAÚJO, R.S.R. Utilização da farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata L. Walp*) na elaboração de produtos de panificação. **Food Science and Technology***,* v.30, n.1, p.44-50, 2010.

FROTA, K.M.G.; SOARES,R.A.M.; ARÊAS, J.A.G. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata L. Walp*), cultivar BRS-Milênio. **Food Science and Technology**, v.28, n.2, p. 470-476, 2008

GOMES,G.M.S.; REIS,R.C.; SILVA, C.A.D.T. Obtenção da farinha de feijão caupi (*Vigna unguiculata L. Walp*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais,** v.14, n.1,p. 31-36, 2012.

HASHIMOTO, J.M.; SCHMIELE, M.; NABESHIMA, E.H. Pasting properties of raw and extruded cowpea cotyledons flours. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.23, e2019303, 2020.

HUNG, Y.-C.; CHINNAN, M. S.; MCWATTERS, K. H. Effect of pre-decortication drying treatment on the textural quality of cowpea products: seeds and akara. **Journal of Food Science**, v.53, n.6,p. 1778-1781,1988.

IPHAN. **Parecer técnico n°R002/2004,** Processo nº 01450,008675/2004-01.Brasília, DF: Iphan, 2004. Relator Ciane Gualberto Feitosa Soares.

JENKINS, D.J.A.; GHAFARI,H. ; WOLEVER, T.M.S.; TAYLOR, R.H.; JENKINS, A.L.; BARKER, H.M; FIELDEN, H.; BOWLING, A.C. Relationship Between Rate of Digestion of Foods and Post-Prandial Glycaemia. **Diabetologia***,* Canada, v.22, p. 450-455, 1982.

KETHIREDDIPALLI, P.; HUNG, Y. C.; MCWATTERS, K. H.; PHILLIPS, R. D. Effect of milling method (wet and dry) on the functional properties of cowpea (Vigna unguiculata) pastes and end product (Akara) quality. **Journal of Food Science**, 67(1), 48-52, 2002a.

KETHIREDDIPALLI, P.; HUNH, Y.-C.; PHILLIPS, R.D.; MCWATTERS, K.H. Evaluating the role of cell wall material and soluble protein in the functionality of cowpea (*Vigna unguiculata*) Pastes. **Journal of Food Science**, v.67, n.1, p. 53-59, 2002b.

LANDIM, L.A.; BARROS, N.V.; LEAL, M.J.; SILVA, M.D.; COSTA, N.Q.; PORTO, R.G.; SILVA, K.J.; ROCHA, M.D.; ARAÚJO, M.M.; MOREIRA-ARAÚJO, R.S. (2013). Composição química do biscoito à base de farinha de feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp) biofortificado. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife. **Anais** [...] Recife: IPA, 2013.

LANDIM, L.A.; PESSOA, M.L.; BRANDÃO, A.C.; MORGANO, M.A., ARAÚJO, M.A.M., ROCHA, M.M, ARÊAS, J.A E MOREIRA - ARAÚJO, R.S. Impacto de dois diferentes biscoitos fortificados com ferro no tratamento da anemia em pré-escolares no Brasil. **Nutricion Hospitalaria**, v.33, n.5, p. 579, 2016.

LEAL, M.J.B.; SIMPLÍCIO, A.P.DE M.; MORGANO, M.A; MOREIRA -ARAÚJO; R. S. DOS R.; SILVA, K.J.D. Características físico-químicas de farinhas de duas cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp): BRS Tumucumaque e BRS Aracê. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife. **Anais**[...].Recife: IPA, 2013.

MAYER,J.; PFEIFFER,W.H.; BEYER,P. Biofortified crops to alleviate micronutrient malnutrition. **Current Opinion in Plant Biology**, v.11, n.2, p.166-70, 2008.

MCWATTERS; K. H. Compositional, Physical, and Sensory Characteristics of Akara Processed from Cowpea Past and Nigerian Cowpea Flour. **American Association of Cereal Chemists**, v. 60, n.5, p. 333-336, 1983.

MCWATTERS, K.H.; CHHINNAN, M.S. Effect of Hydration of Cowpea Meal on Physical and Sensory Attributes of a Traditional West African Food. **Journal of Food Science**, v.50, n.2, p.444-446, 1985.

MCWATTERS, K.H.; CHINNAN, M.S; PHILLIPS, R.D.; BEUCHAT, L.R.; REID, L.B.; MENSA-WILMOT, Y.M. Functional, Nutritional, Mycological, and Akara-making Properties of Stored Cowpea Meal. **Journal of Food Science,** Wiley, v.67, n.6, p. 2229-2234, 2006.

MELO,N.Q.C, MOREIRA-ARAÚJO,R.S.R; ARAÚJO,M.A.M.;ROCHA,M.M. Chemical characterization of green grain before and after termal processing in biofortified cowpea cultivars**. Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.5 (Especial), 811-816.

MENSAH, P.; TOMKINS, A. Household-Level Technologies to Improve the Availability and Preparation of Adequate and Safe Complementary Foods. **Food and Nutrition Bulletin**, v.24, n.1, p. 104-125, 2003.

MBOFUNG, C.M.F; NJINTANG, Y.N; WALDRON, K.W. Functional properties of cowpea–soy–dry red beans composite flour paste and sensorial characteristics of akara (deep fat fried food): effect of whipping conditions, ph, temperature and salt concentration. **Journal of Food Engineering**, v. 54, n.3, p. 207-214, 2002.

MBOFUNG, C. M. F.; RIGBY, N.; WALDRON, K. W. Nutritional and Sensory Evaluation of Akara Made from Blends of Cowpea and Hard-to-Cook Mottled Brown Dry Beans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry***,* v.47, n.12, p. 5232-5238,1999.

MOREIRA, P. X; LIMA, A.C.; AZEREDO, H.M.C.; BRITO, E.S. Utilização do Feijão-Caupi para Elaboração de Acarajé /Akara. In: BRITO, Edy Sousa de (ed.). **Feijão-caupi**.: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 79-87,2008.

MULEALEM, T. Application of Bio-fortification through Plant Breeding to Improve the Value of Staple Crops*.* **Biomedicine and Biotechnology,** v.3, n.1, p.11-19, 2015.

NASSOUROU, M.A.; NJINTANG, Y.N.; NOUBISSIÉ, T.J.B.; NGUIMBOU, R.M.; BELL, J.M. Genetics of seed flavonoid content and antioxidant activity in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). **Croop Journal,** v**.**4, n.5, p.391-397, 2016.

NESTEL P; BOUIS HE; MEENAKSHI J.V.; PFEIFFER W. Biofortification of staple food crops. **Journal of Nutrition***,* v**.**136, p.1064-1067, 2006.

NUTTI, M. R.; ROCHA, M. M.; WATANABE, E.; CARVALHO, J. L. V.; FREIRE FILHO, F.R.; SILVA, K.J.D. Biofortificação de feijão-caupi no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2, 2009, Belém, PA. Da agricultura de subsistência ao agronegócio: **Anais**[...]. Belém, PA: Embrapa Amazonia Oriental, 2009. p. 26-38.

OBASI, N.E.; UNAMMA, N. C.;NWOFIA,G.E. Effect of Dry Heat Pre-Treatment (Toasting) on the Cooking Time of Cowpeas (*Vigna unguiculata* L. Walp). **Nigerian Food Journal,** v.32,n.2, p.16-24, 2014.

OLOPADE, A. A.; AKINGBALA, J.O; OGUNTUNDE, A.O.; FALADE, K.O. Effect of processing method on the quality of cowpea (*Vigna unguiculata*) flour for akara preparation. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.58, p.1-10, 2004.

OWUAMANAM, C.; CHIKA, O.; IWOUNO, J.; TOCHI, E. Use of Seed Sprouting in Modification of Food Nutrients and Pasting Profile of Tropical Legume Flours. **Nigerian Food Journal**, v.32, n.1, p.117-125, 2004.

OYEYINKA, S. A, KAYITESI, E., ADEBO, O. A, OYEDEJI, A. B, OGUNDELE, O. M, OBILANA, A. O. E NJOBEH, P. B. A review on the physicochemical properties and potential food applications of cowpea (Vigna unguiculata) starch. **International journal of food science & technology,** v.56, p. 52-60,2021

PATTERSON, S. P.; PHILLIPS, R.D.; MCWATTERS, K.H.; HUNG, Y.C.; CHINNAN, M.S. Fat reduction affects quality of akara (fried cowpea paste***).*** **International Journal of Food Science and Technology**, v.39, n. 6, p.681-689, 2004.

PEREIRA, E. J. **Estudo da retenção de ferro e zinco em cultivares de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) após o cozimento e bioacessibilidade**.2014. 107p. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

PEREIRA, R.F. **Caracterização bioquímica, nutricional e funcional de genótipos elite de feijão – caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).** 2013**.** 78 p. Tese (Mestrado em Bioquímica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. < www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/18166 >

PHILLIPS, R. D.; CHINNAN, A.; BRANCH, A.L.; MILLER, J.; MCWATTERS, K.; FIGUEIREDO, E.A.T.; HASHIMOTO, J.M. Effects of Pretreatment on Functional and Nutritional Properties of Cowpea Meal. **Journal of Food Science*,*** 53 (3), 805-809, 1988.

RIOS, M.J.B.L.; DAMASCENO – SILVA; K.J. E MOREIRA- ARAÚJO; R.S.R. Chemical, granulometric, and technological characteristics of whole flours from comercial cultivars of cowpea. **Revista Caatinga**, v.31,n.1,p. 217-224, 2018.

ROCHA, M.M.; FREIRE FILHO, F.R.; SILVA, K.J.D.; RIBEIRO, V.Q.; BARRETO, A.L.H.; FRANCO, L.J.D.; BASSINELO, P.Z.; NUTTI, M.R.;  CARVALHO, J.L.V. **Avaliação dos conteúdos de proteína, ferro e zinco em germoplasma elite de feijão-caupi**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. 4 p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado Técnico,212).

SINGH, A.; HUNG, Y-C.; PHILLIPS, R. D.; CHINNAN, M. S.; MCWATTERS, K. H. Particle-size distribution of cowpea flours affects quality of akara (fried cowpea paste). **Journal of Food Science**, v. 69, n.7, p. 243-249, 2006.

SINGH, V.; JOHNSTON, D.; NAIDU,K. Comparison of modified dry-grind corn processes for fermentation characteristics and DDGS composition. **Cereal Chemistry,** v. 82, n.2, p.187–190, 2005.

SOKRAB, A.M.; AHMED, I.A.; MOHAMED E BABIKER, E.E. Effect of germination on antinutritional factors, total, and extractable minerals of high and low phytate corn (Zea mays L.) genotypes. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, King Saud University, v.11, n. 2, p. 123-128, 2012.

SOUZA E SILVA; S.M.; MAIA, J.M.; ARAÚJO, Z.B.; FREIRE FILHO,F.R. **Composição Química de 45 Genótipos de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Teresina:  Embrapa, 2002. 2p. (Embrapa. Comunicado Técnico, 149).

TRINIDAD ,P.T.; MALLILLIN, A.C.; LOYOLA, A.S.; ROSARIO, S.S; ROSARIO, R.E. The potential health benefits of legumes as a good source of dietary fibre. **British Journal of Nutrition**, v.103. n. 4, p.569 – 574, 2010

VASCONCELOS, I. M.; OLIVEIRA, J.T.A. Antinutritional properties of plant lectins. **Toxicon*,*** v.44, n.4, p. 385-403, 2004.

# CAPÍTULO 5

# DESEMPENHO DO MILHO SAFRINHA SUBMETIDO A DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA COM SUCESSÃO À SOJA

*Data de aceite: 01/03/2022*

**Lucas Carneiro de Matos Faria**
Discente do curso de Agronomia do Centro Universitário do Cerrado Patrocínio – UNICERP

**Ana Beatriz Traldi**
Professora doutora do curso de Agronomia do Centro Universitário do Cerrado Patrocínio – UNICERP

**Tiago Carneiro de Matos Faria**
Discente do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário do Cerrado de Patrocínio– UNICERP

**RESUMO: Introdução:** A prática de plantio de milho em segunda safra após o plantio de soja propicia um ponto importante sobre o Nitrogênio, onde é fixado pela leguminosa através de sua fixação biológica, assim o milho consegue absorver o nutriente que fica disponível no solo promovendo uma diminuição considerável na adubação nitrogenada, ainda pela cultura ser muito exigente em Nitrogênio. **Objetivo:** avaliar o desempenho do milho safrinha submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura após um plantio de soja. **Material e Métodos:** O experimento foi realizado em blocos casualizados, onde obteve 8 tratamentos e 3 repetições, realizando 24 parcelas experimentais. Os tratamentos foram divididos em 4 doses diferentes de adubação nitrogenada em cobertura aplicada em parcelas com ou sem sucessão à soja. As variáveis avaliadas foram: desenvolvimento do colmo, comprimento de folha e do sabugo, crescimento da planta e número de grãos por fileira. Os dados foram avaliados através da Análise de Variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo programa SISVAR®. **Resultados:** Ocorreu diferença significativa para as variáveis com dose zero na adubação, onde o milho respondeu a adubação nitrogenada, mas não obtendo diferença estatística entre a menor e a maior dose. A sucessão à soja promoveu resultados superiores nas parcelas sem adubação nas variáveis de diâmetro de caule, tamanho de folha e altura de planta. **Conclusão:** o milho respondeu a adubação nitrogenada, mas não ocorreu diferença nas doses mais elevadas, havendo benefício da sucessão à soja nas variáveis de desenvolvimento do caule, folha e altura de planta.

**PALAVRAS CHAVE:** Leguminosa. Segunda safra. Sucessão à soja.

## PERFORMANCE'S OFF-SEASON HARVEST CORN SUBMITTED TO WITH DIFFERENT DOSES OF NITROGEN IN COVERAGE SUCCESSION TO SOYBEAN

**ABSTRACT: Introduction:** The practice of planting corn in the second crop after planting soybeans provides an important point about Nitrogen, where it is fixed by the legume through its biological fixation, so the corn can absorb the nutrient that is available in the soil, promoting a decrease considerable in nitrogen fertilization, even though the crop is very demanding in nitrogen. **Objective:** to evaluate the performance of off-season corn submitted to different nitrogen doses in topdressing after soybean planting. **Material and Methods**: The experiment was

carried out in randomized blocks, with eight treatments and three replications, performing 24 experimental plots. The treatments were divided into 4 different doses of nitrogen topdressing applied in plots with or without soybean succession. The variables evaluated were stem development, leaf and cob length, plant growth and number of grains per row. Data were evaluated through Analysis of Variance and Tukey test at 5% probability by the SISVAR® program. **Results:** There was a significant difference for the variables with dose 0 in fertilization, where corn responded to nitrogen fertilization, but not obtaining statistical difference between the lowest and the highest dose. The succession to soybean promoted superior results in the plots without fertilization in the variables of stem diameter, leaf size and plant height. **Conclusion:** corn responded to nitrogen fertilization, but there was no difference in the higher doses, with benefits from succession to soybean in the variables of stem, leaf and plant height development.

**KEYWORDS:** Legumes. Second crop. Succession to soybeans.

## INTRODUÇÃO

Segundo Paes (2006), o milho é considerado como grande importância na economia pelas várias formas de sua utilização, que entra desde a alimentação animal (bovinos, suínos, aves e animais menores) justamente pela sua alta concentração de amido, que vai até a indústria com elevada tecnologia que produzem óleos e etanol, além disso, em regiões secas como o Nordeste brasileiro, o cereal é a fonte de energia mais utilizada na alimentação diária destas regiões. O milho então é uma cultura muito significativa e promissora para o país, justamente pela sua grande utilização no meio agropecuário, industrial e alimentício da população humana.

Conforme descrito por Hugo (2016), nestas últimas décadas o milho passou por diversos avanços no meio agronômico, levando em maior consideração o seu melhoramento genético, onde conseguiu obter diversos híbridos mais produtivos e com diferentes manejos de implantação e condução da lavoura.

De acordo com Pereira *et al.* (2009), pela maior possibilidade econômica interagida à rotação de culturas em aumento de palhadas, diminuição de pragas e doenças, muitos produtores têm investido em tecnologias para cultivar milho safrinha. A respeito do cultivo do cereal no período da segunda safra, a cultura vem sendo muito implantada nas lavouras por grande parte dos produtores, desta forma como o plantio da cultura da soja é bastante realizado no período da safra pelo alto rendimento e retorno financeiro, o plantio de milho safrinha vem sendo muito visto pelos agricultores, tanto pelo preço do cereal nos últimos tempos que vem sendo alto, como as diversas vantagens voltadas justamente para o próprio solo, que por a planta apresentar uma alta produção de palhada onde consequentemente dependendo do manejo pode produzir certa quantidade de Matéria Orgânica no solo após algum tempo, por tais motivos essa prática aplicada a um manejo do sistema de Plantio Direto aumenta muito a chance de se elevar a fertilidade do solo ao longo do tempo,

trazendo assim benefícios para o solo e juntamente para o produtor.

Segundo Primo *et al.* (2011), para o milho expressar seu potencial produtivo, é preciso que as exigências nutricionais precisam ser devidamente atendidas, sendo um nutriente em especial que é o nitrogênio, certo que o elemento entra na participação da composição de aminoácidos, proteínas, clorofila e várias enzimas essenciais onde afeta juntamente a área foliar, produção de fotoassimilados, tamanho de espiga e dentre muitos outros aspectos fisiológicos da planta, sendo assim esse nutriente é o mais absorvido em quantidade e o mais limitante de produção pelo cereal. Assim sendo reforçado por Valderrama *et al.* (2014), o nitrogênio tem representado o nutriente que mais proporciona aumento de produção, efetuando muita importância na produtividade final de grãos.

Desta forma o nitrogênio é um importante nutriente onde deve ser levado em consideração numa adubação principalmente na cultura do milho, embora também se deva ter em mente que a falta ou deficiência de qualquer outro nutriente na planta e é onde se entra na lei do mínimo dos nutrientes, que desta forma vai sem dúvida acabar limitando a produção da planta na falta de qualquer nutriente, por isso deve ter conhecimento teórico a respeito de manejos e condução de lavouras. Desta forma é preciso então observar vários pontos específicos para se conseguir uma boa condução e produção de uma lavoura no campo.

Sendo assim o objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento do milho safrinha em sucessão à soja, submetido a diferentes doses de nitrogênio em cobertura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de outubro de 2020 até setembro de 2021 na Fazenda Serra Negra (Região Morro Feio), situada no município de Guimarânia – MG, região do Alto Paranaíba, nas seguintes coordenadas geográficas, com latitude de -18860180 a longitude de -46795051. O local onde conduziu-se o experimento, apresenta altitude aproximada de 930 metros. A área experimental escolhida tem histórico de cultivo de milho para silagem, sendo o solo do tipo Latossolo Vermelho considerado arenoso.

Os tratamentos experimentais referiram-se à consorciação ou não do plantio do milho em sucessão ao plantio de soja, associada a quatro níveis crescentes de adubação nitrogenada, dividida em duas coberturas. Desta forma, o experimento foi disposto em esquema fatorial 2 x 4 (sucessão à colheita da soja ou não x 4 níveis de adubação nitrogenada), com oito tratamento, três repetições, perfazendo 24 parcelas experimentais. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados e o adubo nitrogenado aplicado na cobertura foi a ureia. Cada parcela experimental ficou composta por 11 $m^2$, totalizando 264 $m^2$ nas 24 parcelas. As parcelas experimentais foram montadas no campo em esquema de 6 x 4, sendo 6 linhas com espaçamento de 0,5 metros entre linha e 3,5 metros de comprimento. O milho utilizado foi o material genético 7098 VT PRO2, (RR), Bt (cartucho,

da espiga e do colmo),  da Agroceres, com uma população inicial de 60.000 sementes/ha, plantado com 350 kg/ha de adubo na semeadura com a formulação NPK 08-28-16, visando atender à necessidade em fertilidade, de acordo com a análise de solo realizada previamente área.

Os tratamentos experimentais estão descritos na Tabela 1.

| Tratamentos | Sucessão à soja | Doses de Ureia (kg/ha) |
|---|---|---|
| T1 | Não | 0 |
| T2 | Sim | 0 |
| T3 | Não | 150 |
| T4 | Sim | 150 |
| T5 | Não | 275 |
| T6 | Sim | 275 |
| T7 | Não | 400 |
| T8 | Sim | 400 |

Tabela 1. Doses de adubação nitrogenada de cobertura com ou sem consorciação com soja

A instalação e condução do experimento se deram da seguinte forma: após o preparo do solo foi realizado a semeadura da soja no dia 7 novembro de 2020, nas parcelas sorteadas a fim de representar à sucessão, foi utilizado 230 kg de MAP na linha de plantio e 130 kg de KCl à lanço, as sementes utilizadas vieram tratadas de fábrica mas porém não veio com tratamento de inoculação, onde assim pela área de montagem do experimento ser o primeiro ano de cultivo de soja e não ter tratamento de inoculação a soja não teve tanta formação de nódulos,  que assim foi conduzida com todo o manejo de uma lavoura de produção comercial. Depois foi feita a colheita da soja no final de seu ciclo não utilizando dessecação, que ocorreu em meados de março de 2021, as parcelas com tratamento sem sucessão à soja apresentou maior infestação de plantas daninhas, mas que depois foi dessecado. Logo em seguida depois de dessecar a área se fez a semeadura do milho em todas as parcelas experimentais no dia 17 de março de 2021. Assim, aos 22 DAS (dias após semeadura), com o milho no estádio V4 (4 folhas), aplicou-se a primeira adubação nitrogenada, aproveitando uma pequena precipitação do dia, onde foi calculada a quantidade de adubo a ser aplicado em cima da área de cada parcela. Desta forma dando sequência foi feita a segunda aplicação de uréia que ocorreu aos 43 DAS, no estádio V8 (8 folhas) que por conta da escassez de chuva no local foi feita bem no final da janela de adubação de cobertura por já estar na fase de diferenciação da espiga. Na condução do experimento, foi necessário aplicar vários controles de pragas para pulgão (*Rhopalosiphum maidis*), lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e cigarrinha do milho (*Dalbulos maidis*), para plantas daninhas, capim-colchão (*Digitaria horizontales*), erva quente (*Spermacoce latifólia*), pé-de-galinha (*Eleusine indica*), soja voluntária (*Glycine max*) e manejo com

aplicação de prevenção de doenças fúngicas de final de ciclo. Onde pela grande infestação de insetos no local, principalmente ocasionado pelo clima favorável, de alta temperatura e baixa umidade, foi aplicado inseticida para controle das lagartas, pulgão e cigarrinha-do-milho no dia 24 de abril de 2021, obtendo-se controle satisfatório para pulgão e lagartas na primeira aplicação, mas para a cigarrinha não. Este fato ocorreu não devido à ineficiência do inseticida (Connect®), mas sim pela alta infestação desta praga, sendo necessária uma segunda aplicação, também sem efeito satisfatório. A ineficiência do controle da cigarrinha não prejudicou o experimento porque todas as parcelas experimentais foram atingidas, sendo assim, não houve prejuízo pontual e sim, generalizado. No último manejo da condução do experimento, foi feita uma aplicação de fungicida como preventivo, no dia 17 de junho de 2021.

Devido ao grande período de tempo sem ocorrência de chuvas na região, que após serem implantadas as parcelas e até o final do período experimental, no início do mês de julho de 2021, houve um registro de, apenas, 12 mm de precipitação, distribuídas em três meses. Desta forma, houve a necessidade de se adotar uma medida estratégica de irrigação, acoplando-se um pulverizador ao trator, adaptando-se a barra do pulverizador e regulando sua vazão de água.

A irrigação iniciou-se no dia 22 de abril de 2021, onde prosseguiu como medida de manejo diário, até por volta do estádio V9 (9 folhas), onde a planta já apresentava maior cobertura do solo, conservando a umidade por mais tempo, sendo, desta forma, a irrigação intervalada. Cabe salientar que a irrigação sempre foi feita no período final da tarde, visando melhorar a eficiência e, cada aplicação de água, correspondia a cerca de 2 mm/parcela. Foram feitas 40 aplicações durante o período experimental, totalizando, desta forma, aproximadamente 80 mm/parcela.

As variáveis avaliadas ao final do período experimental foram:

- Altura da planta (m);
- Diâmetro de colmo (cm);
- Quantidade de grãos por fileira na espiga (n) (pela inserção da espiga por causa do ataque de aves);
- Comprimento do sabugo da espiga (cm);
- Comprimento do limbo foliar na folha da interseção da espiga (cm).

Sobre as coletas de dados para análise de estatística, a princípio planejou-se analisar a produção final de grãos das parcelas experimentais, mas devido a um ataque de aves da família dos Psitacídeos (maritacas), não foi possível fazer esta coleta de dados. Desta forma, avaliou-se outras variáveis, que estão acima citadas. Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram simplesmente uma fita métrica flexível, uma régua e sacos plásticos. Desta forma a primeira coleta de dados foi feita dia 15 de junho de 2021, em que

foi analisado o diâmetro de colmo, a uma altura de 10 cm do solo, na região do internódio. A segunda coleta foi dia 28 de junho de 2021, onde analisou-se a folha da interseção da espiga, medindo-se o comprimento do seu limbo foliar. No dia 4 de julho de 2021 foi coletada a medida da altura da planta, que foi feita da superfície do solo até a altura do pendão da planta, com isso já a última coleta de dados foi no dia 4 de setembro de 2021, data em que se daria a colheita dos grãos, analisando-se então o comprimento do sabugo da espiga e sua quantidade de grãos por fileira.

Os dados obtidos foram avaliados através de Análise de Variância e, no caso de diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Não havendo interação significativa no resultado, os fatores foram desmembrados e avaliados separadamente. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR® (FERREIRA, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para as variáveis avaliadas neste estudo encontram-se na Tabela 2.

| Trat. | Sucessão à soja | Doses de Ureia (kg/ha) | Caule (cm) | Comp Folha (cm) | Alt. Planta (m) | Comp. Sabugo (cm) | N° grão/ fileira |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T1 | Não | 0 | 6,17b | 66,90b | 1,05b | 9,30b | 16,67b |
| T2 | Sim | 0 | 6,37a | 72,20a | 1,19a | 10,60ab | 20,33b |
| T3 | Não | 150 | 7,10a | 71,77ab | 1,16a | 11,90ab | 21,33a |
| T4 | Sim | 150 | 6,90a | 72,13a | 1,23a | 12,70a | 26,67a |
| T5 | Não | 275 | 6,97a | 71,90ab | 1,24a | 12,87a | 26,00a |
| T6 | Sim | 275 | 7,13a | 73,93a | 1,25a | 12,83a | 27,33a |
| T7 | Não | 400 | 6,93a | 73,70a | 1,23a | 13,27a | 26,00a |
| T8 | Sim | 400 | 7,33a | 76,77a | 1,31a | 14,37a | 30,33a |
| CV (%) | | | 5,90 | 5,76 | 6,79 | 13,04 | 18,64 |

Tabela 2. Resultados médios para diâmetro de caule (cm), comprimento do limbo foliar (cm), altura de planta (m), comprimento do sabugo (cm) e número de grãos por fileira (n).

É possível observar que para as variáveis diâmetro do caule (cm), comprimento da folha (cm) e altura da planta (m), resultados semelhantes foram obtidos para todos os tratamentos, com exceção ao tratamento controle (T1), que apresentou resultados inferiores.

Cabe salientar que a sucessão à soja resultou em valores satisfatório, mesmo com a dose zero de ureia, mostrando que esta prática foi eficaz no fornecimento de nitrogênio à planta. De acordo com o trabalho de SORATTO *et al.* (2010), a altura da planta e diâmetro de colmo também foram superiores com aumento das doses de Nitrogênio.

Já para as variáveis comprimento do sabugo (cm) e número de grãos/fileira, os piores resultados foram observados para os tratamentos que não receberam Ureia, independente de terem ou não à sucessão à soja (T1 e T2), não havendo diferença significativa entre os demais. Ou seja, esta prática não foi eficaz no fornecimento de nitrogênio para estas variáveis. Desta forma, pelo fato de não ter conseguido analisar a produção final, que iria ser uma análise primordial para a comparação nas doses de N, mesmo não ocorrendo tanta diferença estatística nos dados de tamanho de sabugo e grãos/fileira, no período de coleta de dados ao observar algumas espigas pôde perceber que nas doses crescentes de adubação os grãos ficaram maiores, o que iria proporcionar sem dúvida uma maior produção final de grãos destes tratamentos.

Sobre a precipitação do local no período da condução do experimento, na época da safra que foi implantada a soja houve uma boa precipitação e bem distribuída favorecendo para a cultura, mas já no período da implantação do milho a precipitação total que chegou somente a 12 mm, sendo bem baixa, ainda mais quando comparada a anos anteriores na mesma região. Por conta desta situação, em minha opinião todos os resultados finais do experimento ficaram comprometidos e por isso talvez não ocorreu tanta diferença estatística nos dados experimentais, principalmente os tratamentos com doses crescentes na adubação, ainda mais pelo nitrogênio ser um nutriente com alta perda na sua aplicação em condições desfavoráveis. Mas que por outro lado ainda conseguiu concluir dados favorecendo a prática de sucessão à soja e o aumento da dose em adubação nitrogenada.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que a sucessão à soja promoveu resultados satisfatórios mesmo com dose zero de N, além de que, embora o milho tenha respondido positivamente à adubação nitrogenada, alta dose de N não ofereceu resultado superior às demais, podendo-se optar até mesmo pela não adubação de cobertura quando o plantio for realizado em sucessão à soja.

## REFERÊNCIAS


CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** V-7, Safra 2019/2020 - N.12 - Décimo Segundo Levantamento. Setembro de 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. **Expansão Potencial, da Produção de Milho 2ª Safra no Brasil.** Sete Lagoas MG. Dezembro de 2015. <Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1038360/expansao-potencial-da-producao-de-milho-2-safra-no-brasil-no-sistema-de-sucessao-soja-milho-considerando-o-zoneamento-de-risco-climatico-201415>

FERNANDES *et al*. **Crescimento e Produtividade de milho sob influência de parcelamento e doses de Nitrogênio.** Revista Espacios, Vol. 38 (Nº 08) Ano 2017. Pág. 28. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n08/a17v38n08p29.pdf>

SILVA, *et al*. **Influência do Nitrogênio no desempenho do milho cultivado na segunda safra em sucessão a soja.** Revista UFV. Goiânia, v. 39, p. 251-259, jul./set. 2009. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/5756>

SOUZA *et al*. **Efeito de Fontes e doses de Nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto.** Revista brasileira de milho e sorgo, v.5, n.3, p.395-405, 2006. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/201>

SOUZA *et al*. **Produtividade de milho safrinha sob doses crescentes de Nitrogênio aplicado na semeadura. Embrapa**, Dourados MS. 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/976562/produtividade-de-milho-safrinha-sob-doses-crescentes-de-nitrogenio-aplicado-na-semeadura>

PASSOS *et al*. **Doses de Nitrogênio em cobertura no milho.** Revista Cultivando Sabor. Edição especial, p. 12a22. Cascavel, PR. 2019. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/5d76e9adcbc32.pdf>

PAES *et al*. **Produtividade do milho safrinha em função de doses de nitrogênio em cobertura.** Universidade Federal do Paraná, Palotina, 11 de Setembro de 2017. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/62301/TCC%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PEREIRA *et al*. **Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja**. Revista Ciência Agronômica, v. 41, n. 4, p. 511-518, out-dez, 2010, Fortaleza, CE. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902010000400002>

ZUCARELI *et al*. **Desempenho agronômico do milho safrinha em resposta a épocas de aplicação e fontes de nitrogênio.** Científica, Jaboticabal, v.42, n.1, p.60–67, 2014. Disponível em: <http://www.cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/460>

# CAPÍTULO 6

## HIBRIDAÇÃO EM BERINJELA

*Data de aceite: 01/03/2022*
*Data de submissão: 05/02/2022*

**Ricardo de Normandes Valadares**
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife – PE
http://orcid.org/0000-0002-7216-3648

**Adônis Queiroz Mendes**
Instituto Federal de Pernambuco
Vitoria de Santo Antão – PE
http://orcid.org/0000-0001-5120-3930

**Ingred Dagmar Vieira Bezerra**
Universidade Federal do Maranhão
Chapadinha – MA
http://orcid.org/0000-0001-7345-7296

**Ítalo Jhonny Nunes Costa**
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife – PE
http://orcid.org/0000-0003-4085-3326

**Jordana Antônia dos Santos Silva**
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife – PE
http://orcid.org/0000-0001-6130-9122

**RESUMO:** No melhoramento de plantas de diversas espécies cultivadas, a hibridação tem sido utilizada tanto para a exploração do vigor híbrido na geração F1 como para a ampliação e exploração da variabilidade genética nas progênies que passarão por seleção, posteriormente. No Brasil, os híbridos de berinjela têm sido explorados comercialmente desde a década de 1960 com o desenvolvimento da cultivar híbrida F-100 e desde a década de 1980 novos híbridos foram sendo lançados no mercado; hoje predominantemente ocupado por híbridos F1. O presente capítulo tem como objetivo mostrar as principais etapas da obtenção convencional de híbridos F1 de berinjela, desde os procedimentos de emasculação até o cruzamento manual em plantas cultivadas sob casa de vegetação. As características florais e a facilidade dos processos de desenvolvimento de híbridos em Berinjela permitem uma taxa elevada de sucesso nos cruzamentos e a obtenção de grande quantidade de sementes por fruto/ unidade de área.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Solanum melongena* L.*;* Heterose; Vigor híbrido; Variabilidade genética.

## HYBRIDATION IN EGGPLANT

**ABSTRACT:** In the improvement of plants of several cultivated species, hybridization has been used both for the exploration of the hybrid vigor in the F1 generation and for the expansion and exploration of the genetic variability in the descendants that will undergo selection later. In Brazil, eggplant hybrids have been commercially exploited since the 1960s with the development of the F-100 hybrid cultivar and since the 1980s new hybrids have been introduced onto the market; today predominantly occupied by F1 hybrids. This chapter aims to present the main steps in the conventional obtaining of F1 hybrids of eggplant, from the emasculation procedures to the manual crossing in plants grown under a greenhouse. Floral characteristics and ease of

hybrid development processes in Eggplant allow a high success rate in crossbreeding and the obtaining of a large amount of seeds per fruit/area unit.
**KEYWORDS:** *Solanum melongena L*.; Heterosis; Hybrid vigor; Genetic variability.

## 1 I INTRODUÇÃO

A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma espécie de importância agronômica cultivada principalmente com a finalidade da exploração comercial dos seus frutos, podendo também ser usada como planta ornamental devido a variabilidade fenotípica dos frutos. Os frutos de berinjela apresentam formatos, tamanhos e cores variados (VALADARES *et al*., 2019). Comercialmente, como hortaliça, destacam-se, os frutos cuja coloração é roxa escura, de tonalidade brilhante e de formato alongado ou oblongo, ocorrendo também a demanda por frutos de diferentes formatos, tamanho e coloração (RIBEIRO *et al.,* 1998; NASCIMENTO e FREITAS 2014; BOITEUX *et al.,* 2016).

A busca por genótipos mais produtivos, adaptados a diferentes ambientes e tipos de cultivo, que sejam resistentes ou tolerantes as condições de estresses bióticos e abióticos ocasionou a substituição das cultivares de polinização aberta pelas cultivares híbridas F1; para berinjela desde a década de 1960 (IKUTA, 1969).

As cultivares hibridas quando comparados as cultivares de polinização aberta, destacam-se pela maior produtividade decorrente da heterose ou vigor híbrido, são mais uniformes e resistentes ou tolerantes a importantes pragas e doenças, além de possuir maior adaptabilidade e estabilidade sob diferentes condições ambientais. Nesse sentido, o interesse no estudo de desenvolvimento de cultivares híbridas tem aumentando também a demanda por informações quanto ao processo de obtenção e avaliação de linhagens para cruzamentos nos programas de melhoramento genético de plantas.

Os híbridos F1 de berinjela são produzidos pelo cruzamento ou hibridação de dois genitores (masculino e feminino). Como genitor feminino podem ser utilizadas linhagens macho-estéreis ou predominantemente emasculadas. Essas linhagens são obtidas através de sucessivas gerações de autofecundações controladas. As autofecundações em berinjela são conseguidas utilizando os grãos de pólens coletados e utilizados para polinizar as flores da mesma planta onde os grãos de pólen foram coletados e controle de ambos os processos para evitar contaminação genética.

Na fase de obtenção de linhagens, pode ser feita a avaliação do desempenho das mesmas em combinações híbridas, bem como, o potencial "*per se*" através de cruzamentos dialélicos (VALADARES *et al.,* 2019; SILVA 2009), por se mostrarem bastante eficientes na avaliação de linhagens e das respectivas combinações híbridas (RAMALHO *et al.,* 1993), auxiliando na seleção, sobretudo quando se deseja obter híbridos superiores a partir delas.

Diante do exposto, o objetivo deste capitulo é mostrar as principais etapas da obtenção convencional de linhagens, procedimentos de emasculação e cruzamento

manual para obtenção de híbridos F1 em berinjela (*S. melongena L.*) cultivadas sob casa de vegetação.

## 2 I REPRODUÇÃO DA BERINJELA

A berinjela é uma espécie que possui flores monoclinas ou hermafroditas. É autógama e autocompatível, isso significa que esta espécie se reproduz predominantemente por autofecundação, sem impedimento genético para a formação de sementes. No entanto, por existirem mecanismos intrínsecos e externos que podem eventualmente favorecer o cruzamento entre diferentes genótipos da mesma espécie, podem ocorrer um percentual de alogamia que podem variar de 0 a 48%, podendo em função disso ser considerada uma espécie de reprodução mista (BORÉM *et al.,* 2021).

Dentre os mecanismos intrínsecos de controle de polinização que favorecem a alogamia, estão a autoincompatibilidade heteromórfica ou heterostilia. Neste caso, as flores apresentam os estames mais curtos que o carpelo, de modo que as anteras se situam em plano inferior ao estigma, dificultando que o grão de pólen liberado alcance o estigma. (BUENO *et al.,* 2011; RIBEIRO *et al.,* 1998; MARCOS-FILHO 2015). Outro fator que favorece a alogamia, é a dicogamia do tipo protoginia. Neste caso, o estigma encontra-se apto para receber os grãos de pólen, antes mesmo de serem liberados, o que exige, portanto, o plantio dos genitores masculinos e femininos em épocas diferentes, com a finalidade de coincidirem a época de liberação dos grãos de pólen viáveis com a época em que o estigma esteja receptível por ocasião das hibridações manuais (MARCOS-FILHO *et al.,* 2015).

Dentre os fatores externos que podem favorecer a alogamia, estão o aumento da população de insetos polinizadores, principalmente as abelhas mamangavas. Como eventualmente o estigma projeta-se acima das anteras, o estigma pode ser facilmente alcançado pelos insetos polinizadores e dependendo da ocorrência em quantidade desses insetos no campo de produção a céu aberto ou em ambiente protegido, as taxas de alogamia podem ser elevadas (BOITEUX *et al.,* 2016; MARCOS-FILHO 2015; RIBEIRO *et al.,* 1998).

Os fatores citados anteriormente, aumentam a exigência do controle tanto das autofecundações, como dos cruzamentos manuais, para evitar a ocorrência de contaminação genética, ou seja, polinização e fecundação com grãos de pólens indesejáveis.

## 3 I FLORESCIMENTO DA BERINJELA

O início do florescimento da berinjela no campo a céu aberto ou em ambiente protegido apresentam similaridades, o início do florescimento geralmente inicia entre 45, 50 dias após a semeadura e persiste por até 6 meses ou mais; um período longo de florescimento. As flores geralmente surgem isoladas ou em grupos de duas a três e

possuem de 5 a 6 anteras, cada antera possui um poro terminal por onde são liberados os grãos de pólens. Para a liberação dos grãos de pólens há a necessidade de vibração das anteras, podendo ser liberados com maior eficiência utilizado um vibrador portátil.

## 4 I CARACTERÍSTICAS QUE FAVORECEM AS HIBRIDAÇÕES MANUAIS EM BERINJELA

As sementes híbridas em berinjela são produzidas principalmente através da emasculação de botões florais antes da antese, seguidas de polinização manual com pólen retirado dos genitores masculinos. Em berinjela esses procedimentos são facilitados por algumas características, como o tamanho do botão floral, que dependendo do genótipo podem apresentar variação, mas, geralmente são de tamanho suficientemente grandes para que a emasculação possa ser facilmente realizada, seja apenas com as unhas da mão ou utilizando pinças.

A quantidade de flores produzidas e a quantidade de grãos de polens coletados por cada flor, são características importantes por permitirem com certa tranquilidade a realização dos cruzamentos. Cada planta em 5 semanas produz em média 152 flores, observação feita em casa de vegetação. Apenas uma flor já produz grãos de pólens suficientes para realização de diversas hibridações. Essas características, somadas ao elevado rendimento de sementes por fruto polinizado/ sementes por unidade de área, influenciam de certa maneira no custo da semente de híbridos de berinjela, geralmente de menor custo, quando comparados a outras solanáceas como o tomate que possui um processo de desenvolvimento de híbridos mais trabalhoso.

Todavia, o número de hibridações por planta deve ser realizado com cautela, uma vez que o número de frutos possui correlação genética negativa com o tamanho do fruto (VALADARES *et al.,* 2019), o que indica que a maior produção de frutos por planta, aumenta a competição por fotoassimilados e como consequência podem reduzir o tamanho dos frutos e a quantidade e qualidade das sementes produzidas.

## 5 I OBTENÇÃO E AVALIAÇÃO DE LINHAGENS

A berinjela como citado anteriormente, trata-se de uma espécie preferencialmente autógama, logo a estrutura genética dessa espécie apresenta maior frequência de indivíduos homozigotos. A homozigose é alcançada geralmente após 5 a 7 gerações de autofecundações sucessivas e controladas.

Os métodos convencionais que podem ser adotados para a obtenção de linhagens em programas de melhoramento de espécies autógamas, são baseados na autofecundação e seleção, e são divididos em duas categorias: sem hibridação (Introdução de germoplasma, seleção massal, seleção de linhas puras) ou com hibridação (método de população ou bulk; método genealógico ou pedigree; método descendente de uma única semente) e suas

modificações. Após a obtenção das linhagens, as melhores são avaliadas em ensaios de competição em vários locais e anos e as que se destacam são candidatas ao registro como uma cultivar, neste caso uma linhagem ou mistura de linhagens (BORÉM *et al.,* 2021).

Quando o objetivo é a obtenção de híbridos, o conhecimento e a investigação quanto ao desempenho destas linhagens *per se*, e em combinações híbridas são de fundamental importância. Nessa fase, o uso de cruzamentos dialélicos têm sido utilizados (VALADARES *et al.,* 2019; SILVA 2009) e por se mostrarem bastante eficientes (RAMALHO *et al.,* 1993).

Entre as metodologias de análise dialélica mais comumente utilizadas, estão as de HAYMAN (1954), GRIFFING (1956) e GARDNER e EBERHART (1966), essas metodologias têm por finalidade analisar o delineamento genético, provendo estimativas de parâmetros úteis na seleção de genitores para hibridação e no entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres (CRUZ *et al.,* 2012). Por meio da análise dialélica, é possível também estimar a heterose existente nos híbridos que normalmente está associada à diferença de frequências alélicas entre os genitores, atribuída possivelmente a efeitos de dominância e/ou epistasia dos caracteres (CRUZ e VENCOVSKY, 1989, HALLAUER *et al.,* 2010).

## 6 | ETAPAS DA HIBRIDAÇÃO CONVENCIONAL EM BERINJELA

A hibridação consiste no cruzamento entre dois genitores divergentes e quanto mais divergente maior a variabilidade genética nos descendentes. Os genitores são selecionados previamente de acordo com os objetivos definidos pelo pesquisador. Para ilustrar, consideramos a hibridação entre os genótipos CNPH 135 x CNPH 51. Neste cruzamento biparental, o genitor masculino será representado pelo genótipo CNPH 135 e o genitor feminino pelo genótipo CNPH 51.

Definido os genitores, o passo seguinte é definir o horário das hibridações. Nas condições de tempo no Recife, Pernambuco, Brasil, em berinjelas cultivadas em hidroponia com substrato, sob casa de vegetação, o horário ideal é aquele de temperaturas amenas, geralmente antes das 7 horas e após às 16 horas por apresentarem as maiores taxas de sucesso, ou seja, permite a colheita de frutos na maturação fisiológica com boa quantidade de sementes F1 formadas. No entanto, nestas condições, o percentual de sucesso observado entre às 8 e 16 horas é aceitável independentemente do horário em que as hibridações são realizadas, apresentando baixa taxa de insucesso nos cruzamentos.

No dia anterior as hibridações, faz se a seleção dos botões florais em pré-antese nas plantas escolhidas como genitores femininos (CNPH 51). Nessas plantas, os botões florais precisam ser protegidos para evitar contaminação genética. Para a proteção dos botões florais utiliza-se sacos de papel, papel alumínio ou um copo descartável com as bordas unidas e grampeadas.

No dia e horário das hibridações, primeiramente faz-se a extração dos grãos de

pólen das flores coletadas nas plantas escolhidas como genitores masculinos (CNPH 135). A extração pode ser feita manualmente utilizando um pincel ou um vibrador portátil. Como a antera da berinjela é poricida, o uso do vibrador facilita a extração pela vibração das anteras, aumentando a eficiência da coleta dos grãos de pólen (Figura 1).

Figura 1. Coleta, Extração e Armazenamento dos grãos de pólen coletados no genitor masculino.

Fonte: Autores.

Após a coleta, os grãos de pólens podem ser armazenados em microtubos e mantidos em temperatura ambiente (Figura 1), já que as hibridações são realizadas em um intervalo de tempo relativamente curto entre a extração do pólen e a realização da polinização manual. Neste intervalo de tempo, pode se mensurar o percentual de viabilidade dos grãos de pólen, coletando uma amostra de pólen e utilizando as técnicas colorimétricas, a base de Carmim acético e Solução de Alexander por necessitarem de pouco tempo de reação (10 minutos) (VALADARES *et al.,* 2019).

Com os grãos de polens em mãos, faz-se a emasculação, que consiste na retirada das estruturas reprodutiva masculina do botão floral (Figura 2), necessário pois a flor da berinjela é hermafrodita. A emasculação, como comentado anteriormente é relativamente fácil e rápida em função do botão floral ser de tamanho relativamente grande, dispensando muitas das vezes o uso de pinças, podendo ser feita com as pontas das unhas ou até mesmo dos dedos polegar e indicador.

Figura 2. Botão floral e Emasculação realizadas no genitor feminino.

Fonte: Autores.

Após a emasculação, pode-se separar algumas flores para verificar a receptibilidade do estigma, feita pela observação do estigma após a aplicação de 1 a 3 gotas de água oxigenada ($H_2O_2$). Esta informação é fundamental, uma vez que a berinjela apresenta protandria. O estigma receptível em contato com a substancia começa a borbulhar, apresentando intensidade de borbulhamento classificadas em fraco, médio e forte.

Estando tudo de acordo, o passo seguinte é a hibridação. A hibridação é feita manualmente levando o grão de pólen localizado na tampa do microcubo até entrarem em contato com o estigma (CNPH 51) (Figura 3). Realizada a hibridação, faz-se a proteção e a identificação do cruzamento. Aguarda-se o desenvolvimento do fruto, e por ocasião da maturação fisiológica faz a colheita e coleta das sementes que são colocadas para secar, e após armazenadas até a sua utilização (Figura 4).

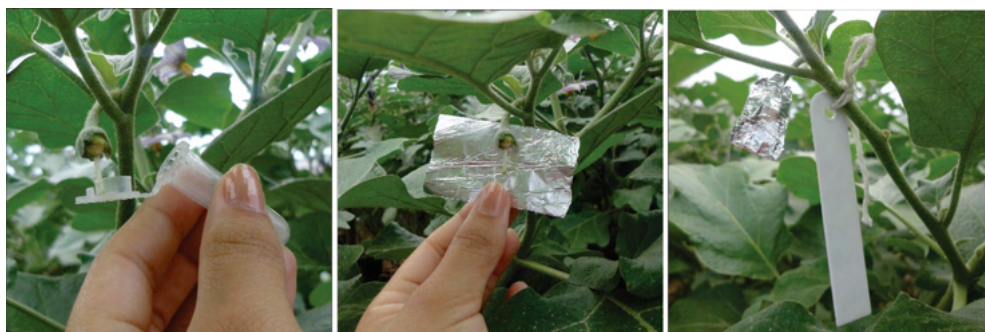



Figura 3. Polinização manual, proteção e identificação do cruzamento realizado no genitor feminino.

Fonte: Autores.

Figura 4. Desenvolvimento inicial do fruto e fruto colhido na maturação fisiológica.

Fonte: Autores.

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A obtenção de híbridos tem um processo de obtenção mais complexo do que as cultivares de polinização aberta, todavia, em berinjela é um processo de fácil execução, principalmente devido ao tamanho dos botões florais, que facilita a emasculação, da facilidade para coleta de grandes quantidades de grãos de pólens viáveis e polinizações manuais eficientes que resultam em taxas de sucesso elevado e produção de grande quantidade de sementes por fruto.

Os híbridos obtidos podem ser avaliados em diferentes condições de cultivo, locais e para resistência ou tolerância a pragas e doenças e outras características de interesse agronômico visando explorar o máximo a heterose e as vantagens dos híbridos F1.

## REFERÊNCIAS


BOITEUX, L.S.; MENDONÇA, L.J.; FONSECA, M.E.N.; REIS, A.; VILELA, N.J.; GONZÁLEZ-ARCOS, M.; NASCIMENTO, M.N. Melhoramento de berinjela. In: NICK, C.; BORÉM, A. (org). **Melhoramento de Hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2016. Cap. 5, p.15-192.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V.; FRITSCHE-NETO. **Melhoramento de plantas**. 8.ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2021. 384 p.

BUENO, L.C.S. **Melhoramento de plantas: princípios e procedimentos**. 2.ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 319 p.

Cruz, C.D.; REGAZZI, A.J.; Carneiro, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 514 p.

CRUZ, C.D.; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, n. 2, p. 425-38, 1989.

GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. **Biometrics,** v. 22, n.3, p.439-452, 1966.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v.9, n.4, p. 463-493, 1956.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B.; CARENA, M.J. Heterosis. In: HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J.B.; CARENA, M.J. (eds.) **Quantitative genetics in maize breeding.** New York: Springer, 2010. Cap. 10. p. 477-459.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics, Bethesda,** v. 39, n.6, p.789- 809, 1954.

IKUTA, H. Melhoramento e Genética da Berinjela. In: KERR, W.E. (ed.) **Melhoramento e Genética**. São Paulo: Melhoramentos, 1969. Cap. 9, p.161-168.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

NASCIMENTO, W.M.; FREITAS, R.A. (2014) Produção de sementes de berinjela. In: NASCIMENTO, W.M. (org.). **Produção de sementes de hortaliças.** v.2. Brasília: Embrapa, 2014. Cap. 2, p. 53-74.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Editora da UFG, 1993. 271p.

RIBEIRO, C.S.C.; BRUNE, S.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. **Cultivo da berinjela (*Solanum melongena* L)**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 23p. (Embrapa Hortaliças. Instruções Técnicas, 15), 1998.

SILVA, D.J.H.; COSTA, C.P.; CASALI, V.W.D.; DIAS, L.A.S.; CRUZ, C.D. Relação entre divergência genética de acessos de berinjela e desempenho de seus híbridos. **Horticultura Brasileira,** v. 17, n.2, p. 129-133, 1999.

VALADARES, R.N.; LIMA, L.B.; NÓBREGA, D.A.; SILVA, J.A.S.; MENDES, A.Q.; COSTA, I.J.N.; MENEZES, D. Pollen viability in eggplant using colorimetric and in vitro techniques. **Journal of Experimental Agriculture International**, v.32, n.1, p.1-7, 2019. **DOI:** 10.9734/jeai/2019/v32i130095

VALADARES, R.N.; NÓBREGA, D.A.; LIMA, L.B.; MENDES, A.Q.; SILVA, F.S.; MELO, R.A.; MENEZES, D. 2019. Genetic divergence among eggplan genotypes under high temperatures. **Horticultura Brasileira**, v.37, n. 3, p. 272-277, 2019. DOI - http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620190304

VALADARES, R.N.; NÓBREGA, D.A.; LIMA, L.B.; SILVA, J.A.S.; SANTOS, A.M.M.; MELO, R.A.; MENEZES, D. Combining capacity and heterosis in eggplant hybrids under high temperatures. **Horticultura Brasileira**, v.37, n.3, p. 348-353, 2019. DOI - http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620190315

VALADARES, R.N.; NÓBREGA, D.A.; MOREIRA, C.S.; SILVA, J.A.S.; MENDES, A.Q.; SILVA, F.S.; COSTA, I.J.N.; MENEZES, D. Selection of eggplant genotypes tolerant to high temperatures. **Journal of Experimental Agriculture International**, v.31, n. 1, p. 1-10, 2019. DOI: 10.9734/jeai/2019/v31i130064

# CAPÍTULO 7

## HISTORIA DE LA AGRONOMÍA COMO PROYECTO EDUCATIVO EN MÉXICO

*Data de aceite: 01/03/2022*

**José Luis Gutiérrez Liñán**
Profesor de Tiempo Completo, Centro Universitario UAEM Zumpango de la Universidad Autónoma del Estado de México, Zumpango, Estado de México

**Carmen Aurora Niembro Gaona**
Profesora de Tiempo Completo, Centro Universitario UAEM Zumpango de la Universidad Autónoma del Estado de México, Zumpango, Estado de México

**Alfredo Medina García**
Profesor de Tiempo Completo, Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México

**Sergio Hilario Diaz**
Profesor de Tiempo Completo, Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México

**RESUMEN:** La agronomía como profesión y como campo de conocimiento, nació a finales del siglo XIX en Europa y Estados Unidos, inspirada en los logros de las primeras disciplinas científicas a ser aplicadas en la Agricultura, específicamente e n las ciencias naturales y exactas, cuyos avances en el conocimiento de las plantas, los animales, el suelo, el agua y la maquinaria, prometían mejorar la producción (Arce, 1982). Durante el periodo del siglo XIX, en México en cuanto al tema de educación, los conservadores pugnaban sostener los principios generales de la Instrucción colonial y los liberales que procuraban el laicismo como medio para acabar con el fanatismo y los errores científicos (Robles, 1977). Dentro de esa inestabilidad y la lucha existente en el período independiente, a la agricultura y a la tenencia o posesión de la tierra, se le dio gran importancia para impulsar el desarrollo del país. Se hablaba de aumentar la producción agrícola y el desenvolvimiento de la vida cultural, social y económica de la población rural. Ante tal situación, se comenzó a destacar la necesidad de la educación agrícola. Así en 1983, el Gobierno decreto que dentro de la instrucción pública se incluyan las siguientes cátedras: una Botánica, una Agricultura Práctica y una Química Aplicada y una Química Aplicada a las Artes (industrial). A partir de entonces la Agronomía surgió de un proyecto educativo, se legitimó profesionalmente dentro de un proyecto político nacionalista después de la Revolución, se consolidó durante la revolución verde y entro en crisis como parte del aparato burocrático del estado a inicios de la década de los 80's. A inicios de la década de los 90's hubo cambios importantes de carácter normativo e institucional, afectaron los espacios profesionales de los agrónomos, tanto los tradicionales como los emergentes. Estos cambios han puesto de evidencia los conflictos entre el sector agropecuario y las instituciones de Educación Agrícola Superior por cumplir con las exigencias de un profesionista que dé respuesta a los problemas del sector.

**PALABRAS CLAVE**: Historia, Agronomía. Proyecto, México.

## HISTORY OF AGRONOMY AS AN EDUCATIONAL PROJECT IN MEXICO

**ABSTRACT**: Agronomy as a profession and as a field of knowledge was born at the end of the 19th century in Europe and the United States, inspired by the achievements of the first scientific disciplines to be applied in Agriculture, specifically in the natural and exact sciences, whose advances in the Knowledge of plants, animals, soil, water, and machinery promised to improve production (Arce, 1982). During the period of the nineteenth century, in Mexico, regarding the issue of education, the conservatives struggled to uphold the general principles of the colonial Instruction and the liberals who sought secularism as a means to end fanaticism and scientific errors (Robles, 1977). Within this instability and the struggle that existed in the independent period, agriculture and the tenure or possession of land were given great importance to promote the development of the country. There was talk of increasing agricultural production and the development of the cultural, social and economic life of the rural population. Given this situation, the need for agricultural education began to be highlighted. Thus, in 1983, the Government decreed that the following chairs be included in public education: Botany, Practical Agriculture, Applied Chemistry, and Chemistry Applied to the Arts (industrial). From then on, Agronomy emerged from an educational project, was professionally legitimized within a nationalist political project after the Revolution, was consolidated during the green revolution and entered into crisis as part of the state bureaucratic apparatus at the beginning of the 1990s. 80's. At the beginning of the 90's there were important regulatory and institutional changes that affected the professional spaces of agronomists, both traditional and emerging. These changes have highlighted the conflicts between the agricultural sector and Higher Agricultural Education institutions to meet the demands of a professional who responds to the problems of the sector.
**KEYWORDS**: History, Agronomy. Project, Mexico.

## DESARROLLO

La agricultura, hace unos 8,000 años, el primer cambio en la forma de vida y de producción de la humanidad con consecuencias ecológicas serias. Antes de ésta, las sociedades "primitivas" de cazadores y recolectores se insertaban en el flujo de materia y energía natural (solar) de una manera parecida a otras poblaciones de depredadores, sin modificarlos substancialmente (Sieferle, 1993). Las sociedades agrícolas posteriores consiguieron cambios considerables en los flujos energéticos y de materia al concentrar la obtención de productos de cierto tipo, desplazar otras especies, generar productos secundarios, y modificar el suelo, pero no introdujeron cambios importantes en la fuente de tal energía, pues también se limitaron a la utilización de la energía solar (a través de la fotosíntesis). Más adelante, las grandes culturas comenzaron a incorporar materia prima proveniente de yacimientos minerales, por lo tanto la agricultura revolucionó las formas de vida y fue la base de las grandes civilizaciones que surgieron más adelante, ya que permitió la división de trabajo, el ocio y el asentamiento de grupos humanos significativos (Nieto,1999).

En la época de los aztecas, el conocimiento de la agricultura se obtenía por medio

de la observación directa sobre las plantas en la naturaleza y dicho conocimiento se transmitía de generación a generación. Eran los albores de la enseñanza agrícola. En esa época se tenían colecciones de plantas en los lugares especiales, donde se estudiaban sus propiedades medicinales, ornamentales y alimenticias, el jardín botánico de Nezahualcóyotl tenía colecciones completas de plantas regionales y exóticas; las plantas que no se podían cultivar eran dibujadas, los historiadores de la conquista describían con detalle los jardines de Tenochtitlán, Chapultepec y otros, asegurando que semejante establecimiento de horticultura era desconocido en Europa a finales del siglo XVI (Quintanar, 1978).

Desde luego, otras culturas como la maya, zapoteca, mixteca, tarasca, totonaca, etc., no fueron extrañas a la observación de la naturaleza y conocían mucho de plantas. Los nahuas tenían buena nomenclatura para su botánica. Por eso, cuando buscamos el origen de algunas palabras, frecuentemente tienen relación con plantas, flores, frutos, semillas, animales, etc.; por ejemplo: Etla significa frijolar (Tl, frijol; tla, abundancia); Tomatlán significa cerca de los tomates (tomatl, tomate; tlán cerca o junto); izcatepec significa en el cerro del algodón (ichcatl, algodón; tepetl, cerro; c, en).

Muchas de esas enseñanzas agrícolas, aún con los avances de la ciencia agrícola, perduran actualmente entre muchos campesinos. Por ejemplo, en el caso del maíz; para seleccionar la semilla para la siembra, desde la milpa se eligen las mazorcas más grandes y llenas; estas mazorcas, se colocan en “sartas” que se suspenden en las cocinas, para que el humo evite el ataque del gorgojo; las cosechas se siguen guardando en trojes, etc.

Con respecto a la enseñanza agrícola durante la colonia, no podemos registrar ninguna evidencia clara de que el gobierno colonial español haya intentado siquiera, o proyectado, el establecimiento de algún género de investigación agrícola o de enseñanza para capacitar a técnicos que mejorarán las actividades del campo, aunque sólo fuera por mejorar los resultados de la explotación que hacían del hombre y de la tierra. Por esto, los indígenas, refugiados en sus cultivos de maíz, frijol, chile y maguey, usaban sus implementos originales como la coa y el hacha; sólo los peones, en los latifundios, empezaron a usar el arado egipcio y los bueyes; y los españoles, sin técnica alguna, cultivaban trigo, caña de azúcar y arroz. Sin embargo, a fines del siglo XVII se promueven diversos estudios botánicos sobre las plantas de la Nueva España.

En términos generales, por las enseñanzas que proporcionó sobre los cultivos de la morera y de la vid, así como sobre el aprovechamiento de la cera y la miel, y la instrucción para construir, entre otras cosas, aperos de labranza, se considera a Miguel Hidalgo y Costilla como el precursor de la enseñanza agrícola en nuestro país.

Aún cuando no hay evidencias de una educación agrícola formal de la época colonial, si se puede tener una idea del sistema educativo que impulso la Corona Española en México. Efectivamente, en la colonia se fundaron colegios y universidades, pero los servicios educativos, en forma institucionalizada, se concentraron en las regiones y grupos nativos de mayor importancia en términos de cultura.... con excepción de unos cuantos

aborígenes, a pesar de ser mayoría en el país, la educación superior era privativa de criollos y blancos que, años después, cimentarían las bases formativas que dieron origen al México independiente (Robles, 1977).

En el periodo independiente, los intelectuales destacados eran los responsables de organizar la enseñanza y la forma de gobierno más adecuada para la nación. Se fundan las escuelas lancasterianas, cuyo objetivo era desarrollar, desde el nivel primario, un sentido comunitario en la población estudiantil, el clero continuó monopolizando las mejores escuelas, con amplios recursos financieros, para los hijos de los representantes de las clases favorecidas (Robles, 1977).

Podemos mencionar que durante el siglo XIX, en cuanto al problema educativo en México, es la lucha entre los conservadores que pugnaban por sostener los principios generales de la instrucción colonial y los liberales que procuraban el laicismo como medio para acabar con el fanatismo y los errores científicos (Robles,1977).

La agronomía, como profesión y como campo de conocimiento, nació a finales del siglo XIX en Europa y Estados Unidos, inspirada en los logros de las primeras disciplinas científicas que comenzaban a ser aplicables en la agricultura, específicamente en las ciencias naturales y exactas, cuyos avances en el conocimiento de las plantas, los animales, el suelo, el agua y la maquinaria, prometían mejorar los métodos de producción (Arce, 1982). En ese mismo período se comenzaban a consolidar los grandes estados nacionales americanos y prevalecían corrientes de pensamiento político-social de corte positivista (Cleaves, 1988).

Ante tal situación, se comienza a destacar la necesidad de la educación agrícola con la intención introducir tecnología e investigación a la agricultura. Así en 1833, el Gobierno decreto que dentro de la instrucción pública se incluyan las siguientes cátedras: “Una Botánica, una Agricultura Práctica y una de Química Aplicada a las Artes (Industrial), que fueron impartidos por Lucas Alamán quien concibió la creación de una escuela teórica y práctica. (Gómez 2009)

Todos estos planteamientos sobre la educación en el país no pudieron desarrollar adecuadamente, ya que con frecuencia se interrumpían sus procesos y avances, debido a la inestabilidad política, social y económica que reinaba en el país, y que se agudizó con la dictadura de Antonio López de Santa Ana a partir de 1841. Dentro de esa inestabilidad y la lucha existentes en este periodo, a la agricultura y a la tenencia o posesión de la tierra, se les dio gran importancia para impulsar el desarrollo del país. Se hablaba, desde luego, de la necesidad de promover “el aumento de la producción agrícola y el desenvolvimiento de la vida cultural, social y económica de la población rural (Quintanar, 1981).

Pero fue hasta 1853 cuando se fundó la Escuela Nacional de Agricultura en San Jacinto, en la ciudad de México. Mientras que, en Jalisco, el presidente Benito Juárez cedió al gobierno local el exconvento de Zapopan para establecer una escuela práctica de agricultura, el 18 de julio de 1872, pero tuvieron que pasar dos años para que el gobernador

Ignacio L. Vallarta, la inaugurara (Gómez 2009).

En 1869, tiempo después de que se promulgó la Ley General de Instrucción Pública se realizaron las primeras innovaciones en la enseñanza del cultivo de la tierra. Se estableció que se debían abandonar los viejos sistemas e instrumentar prácticas agrícolas apegadas a las ciencias exactas y naturales (Bazant S/F). Con este propósito se crearon escuelas regionales de agricultura y estaciones agrícolas experimentales dedicadas a la investigación, estas últimas surgieron en 1907 bajo la dirección de Ministerio de Fomento (Gómez 2009).

En México la agronomía surgió de un proyecto educativo, se legitimó profesionalmente dentro de un proyecto político nacionalista después de la Revolución, se consolidó durante la revolución verde y entro en crisis como parte del aparato burocrático del Estado a inicios de la década de los 80's. A inicios de la década de los 90´s hubo cambios importantes de carácter normativo e institucional, afectaron los espacios profesionales de los agrónomos, tanto los tradicionales como los emergentes. Estos cambios han puesto en evidencia los conflictos entre el sector agropecuario y las instituciones de Educación Agrícola superior por cumplir con las exigencias de un profesional que dé respuesta a los problemas del sector.

A partir de entonces, varios son los proyectos y donaciones de terrenos para el establecimiento de una escuela de agricultura, hasta que en 1852, en el Colegio Nacional de Agricultura de San Gregorio, D.F., cuatro alumnos con gastos pagados inician los estudios agronómicos, y un alumno se agrega al año siguiente. Este Colegio deja de funcionar en 1853 y se conviene en que los alumnos con deseos de seguir la carrera agrícola pasen a la Hacienda de San Jacinto y los demás a otros colegios; así, el 22 de febrero de 1854 se inauguran los cursos en la Escuela Nacional de Agricultura de San Jacinto, D.F. Anexa a esta institución nace la enseñanza veterinaria, que también ya existía por decreto, en el Colegio de San Gregorio.

En México comenzó a institucionalizarse la agronomía cuando el Colegio Nacional de Agricultura y Veterinaria abrió la carrera de ingeniero Agrónomo en 1883. En esa institución la carrera evolucionó desde "agricultores Teóricos-Prácticos" en 1854, a "Administradores instruidos" y Mayordomos Inteligentes" en 1856; hasta la impartición, además de éstas, de las carreras de Ingeniero Agrónomo y Médico Veterinario en 1883 (CIEES, 1994). Diez años después 2 se impartían las carreras de Ingeniero Agrónomo con tres años de preparación posterior a la preparatoria; Médico Veterinario con cuatro años de formación, mayordomo de Fincas Rústicas con tres años de estudios, y Mariscal inteligente, con dos años de estudios" (Zepeda,1982).

La agronomía fue severamente cuestionada en sus orígenes y tuvo problemas de matrícula. En pleno periodo porfirista, hubo años, entre 1893 y 1906 en que ningún agrónomo terminó la carrera. La costeabilidad de la educación agropecuaria fue pública y duramente criticada. Sus clientes potenciales ( los hacendados), sentían desconfianza

hacia los jóvenes egresados y se quejaban de que exigían salarios muy altos, desde entonces "se señaló que el país no necesitaba Ingenieros Agrónomos y que era suficiente con formar gente medianamente ilustrada que no aspirarán a un salario alto" El papel del agrónomo en el mejoramiento de la producción agropecuaria era motivo de constantes debates, estrechamente relacionados con los sistemas de producción agropecuaria (Zepeda,1982).

En 1906 se Fundó la Escuela Particular de Agricultura de Cd. Juárez, Chihuahua. En 1907, con la finalidad de fomentar la agricultura, se destaca la necesidad de formar un personal idóneo, indispensable, para los distintos servicios que habrían de establecerse de acuerdo con las necesidades y por ello en la Escuela Nacional de Agricultura se generaron las carreras de Agrónomo, Ingeniero Agrónomo e Hidráulico y Médico Veterinario. De 1911 a 1918 se suspenden las clases en la Escuela Nacional de Agricultura y varios alumnos participan en las actividades revolucionarias. En 1923, se crea la Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro en Saltillo, Coahuila; y un año después, la Escuela Nacional de Agricultura se traslada a la Ex Hacienda de Chapingo, México.

La época post-revolucionaria permitió generar un primer proyecto profesional, gracias a la reivindicación de preceptos revolucionarios y nacionalistas del Artículo 3° y del Artículo 27 constitucional (Cleaves, 1988), lo que confirió a la profesión un conjunto de aspiraciones éticas y políticas muy importantes. Esto significa que el proceso haya estado exento de conflictos, puesto que al mismo tiempo se seguía discutiendo la necesidad de ofrecer educación superior en un país tan pobre como México (Arce, 1982).

En el periodo de 1946 a 1965 las instituciones de educación agropecuaria crecieron y se diversificaron, básicamente bajo dos proyectos diferentes: uno dirigido a la capacitación campesina y otro a la formación profesional. Por un lado, para 1940 se contaba ya con "una aproximación a la pirámide educativa para el medio rural, integrada por 21 Escuelas Elementales Agrícolas, 40 Vocacionales Agrícolas, 33 Escuelas Regionales campesinas y 3 escuelas de nivel superior (Zepeda, 1982). Mientras tanto, el número de escuelas superiores de agricultura creció de 4 (1948) a 14 (1964). Se crea la carrera de agronomía y los posgrados en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). En 1946 se crea el colegió de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura. Los planes de estudio de estas nuevas escuelas de educación superior tenían su origen en las tres que ya existían, aunque incorporaron los avances de las ciencias naturales (botánica, microbiología, química, climatología, matemáticas) y los paquetes tecnológicos que se estaban aplicando para la producción de alimentos básicos (Zepeda,1988).

Según Cleaves (1988) en este período la profesión agronómica evolucionó de tal manera que su mayor logro tecnológico tuvo poco valor para la reafirmación de sus reivindicaciones nacionales. El aumento en la producción agropecuaria se planteaba como un detonador del desarrollo rural, aunque pronto las contradicciones entre la agricultura tecnificada y la agricultura campesina comenzaron a hacer evidente que esto no era así.

Los principios fundamentales del proyecto profesional en aquella época se basaron en la utilización de vanguardia y la “eficiencia en la utilización de los recursos, concebida ésta como la obtención de la máxima explotación y productividad de los recursos naturales.

Así que del periodo que va desde 1945 a 1970 marca el inicio y consolidación de un segundo proyecto profesional, nuevamente basado en las expectativas del Estado, pero ahora buscando el aumento en la productividad en la agricultura de riego. El Estado se constituyó como el principal empleador de los agrónomos, el principal referente de los currículos profesionales y el principal orientador de la investigación agropecuaria.

De acuerdo con las tendencias demográficas y económicas del Estado, se derivan líneas estratégicas de suma importancia para el desarrollo estatal, entre las cuales la institución encuentra 5 áreas principales de oportunidades para transformarse.

- La producción de alimentos basada en el conocimiento científico, principalmente el que se deriva de los avances de la Biotecnología.
- El mejoramiento del ambiente y del uso de los recursos naturales bajo una perspectiva del desarrollo sustentable y sostenible, que integre los aspectos sociales y económicos.
- La producción agroindustrial y manufacturera no contaminante, moderna e integradora de las economías regionales.
- El acceso de la población especialmente la de menores ingresos a los servicios comunitarios, así como el mejoramiento de sus condiciones de salud, educación, alimentación, vivienda, y la aplicación de sus opciones en materia de cultura, educación física y recreación.
- La generación de conocimientos científico y tecnológico para su integración a las actividades productivas, así como la promoción de actitudes emprendedoras en la administración del desarrollo estatal, regional y comunitario.

La educación agrícola superior es atendida por alrededor de 85 instituciones de las cuales 78 están afiliadas a la Asociación Mexicana de Educación Agrícola Superior (AMEAS). De estas últimas, 47 son escuelas y/o facultades, 29 institutos tecnológicos agropecuarios y 2 universidades agrarias. Veintitrés de las 85 Instituciones, ofrecen estudios de postgrados. En la década de los años ochentas, el porcentaje de estudiantes de agronomía a nivel superior llegó a ser del 6.94% con relación a otras áreas, cuando la participación era del 10% o lo rebasaba, (se considera aceptable), este hecho causo un desequilibrio entre la oferta y la demanda. (AMEAS 1996).

Hasta 1959 sólo existían seis instituciones de enseñanza agrícola superior con 2000 estudiantes; en 1980 el número de estudiantes fue de 67,570 en 58 escuelas y facultades de agronomía; para 1985 se tenían más de 100 escuelas de agricultura con una matrícula de 84,000 estudiantes y un egreso anual de 7500 profesionales. A partir de este año, las condiciones económicas del país y su impacto en el Sector Rural deprimieron el mercado

de trabajo, de tal modo que en 1990 la Sociedad Agronómica Mexicana reconocía 40,000 agrónomos sin trabajo; fenómeno que se asociaba a la reducción en el interés por una formación profesional agronómica y la falta de estímulos. La población estudiantil se incrementó 43% entre 1980 y 1984, disminuyó en 63.5% entre 1984 y 1992. La matrícula de estudiantes de las ciencias agropecuarias a nivel licenciatura ha caído de 9.8 a 3.1% de 1983 a 1993, situación explicable por la constante migración del campo a la ciudad y por la crisis que ha experimentado el sector recurrentemente.

Entre 1986 y 2000 la reducción de la matrícula fue de 51.3 %. La matrícula de Ciencias Agropecuarias continúa disminuyendo en términos absolutos y relativos; actualmente representa el 2% de la matrícula del país. En el otro extremo se encuentra el área de Ciencias Sociales y Administrativas que continúa con el mayor crecimiento, absorbiendo actualmente el 44% de la matrícula.

Paralelamente a la reducción de la matrícula, se redujo el número de escuelas y facultades de agronomía y las que aún operan, están desvinculadas entre sí y del sector productivo. El sistema de educación superior atiende marginalmente la formación de recursos humanos para el sector primario, que aún ocupa casi la cuarta parte de la PEA del país. El peso de la formación científica y técnica en este sector es insuficiente para el nivel de desarrollo de México, observándose un alto grado de incongruencia

Ha aumentado el desempleo y subempleo de los egresados de las carreras agronómicas por factores diversos como: falta de planeación en las instituciones formadoras, el cambio de políticas del aparato gubernamental en lo que se refiere a las prestaciones de servicio al productor, descapitalización del medio rural y la resistencia del agrónomo al cambio del ejercicio de la profesión, mismo que se ha vuelto más empresarial.

La educación agrícola superior en México ha transitado por diversas etapas, su comportamiento ha estado correlacionado con la problemática y políticas del medio y desarrollo rural emanadas del gobierno y de las instituciones las cuales representaban una de las opciones más importantes para el empleo profesional de la agronomía.

En la actualidad y entre las características que reviste la educación superior agrícola se encuentran, a manera de diagnóstico, las siguientes: desconocimiento de los fines y principios ideológicos, existencia de intereses ajenos a las institucionales de Educación Agrícola Superior a los que se supeditan los intereses académicos, deficiente planeación, ausencia de integración de las funciones institucionales, de fortalecimiento en los proyectos educativos, en la investigación, abandono en el seguimiento de programas de evaluación y corrección de los desaciertos.

Aunado a lo anterior se constata el alejamiento con el sector productivo la disminución de la matrícula de nuevo ingreso a la licenciatura que recientemente se ha estabilizado, alto índice de deserción, rezago y reprobación, rezago con respecto al uso de tecnología avanzada e insuficiente financiamiento (AMEAS, 1996).

Las instituciones de educación agrícola superior, deben reflexionar sobre la

necesidad de buscar caminos para el mejoramiento de la formación de un profesional que responda cada vez más a las expectativas y demandas del sector agropecuario y si le alegramos una sociedad del conocimiento y la de la información, lo que origina que la formación de profesionales debe de descansar en la incorporación de mayores niveles de conocimiento, fomentando el trabajo en equipo, capacidad de interacción simbólica, amplio conocimiento del proceso productivo, desarrollo de pensamiento innovador y anticipatorio y la construcción de mentalidades críticas y propositivas, lo que implica una profunda comprensión en la formación de los profesionales, con un sentido de perfeccionamiento y pertinencia.

## A MANERA DE CONCLUSIÓN

La agricultura fue el primer cambio en la forma de vida y de producción de la humanidad, lo que genero el conocimiento necesario para conocer y reconocer a las plantas hasta llegar a la domesticación de las mismas, donde aprendió a conjugar a su favor los factores bióticos y abióticos, lo que le dio a generar un conocimiento empírico que fue pasando de generación en generación, hasta que se dio la tarea de demostrar con ciencia sus conocimientos adquiridos en la agricultura y a partir de este momento surge denomina agronomía y comprende los saberes y las técnicas que permiten el desarrollo de cultivos, se trata de una disciplina que, basándose en datos de diferentes ciencias, contribuye a la explotación de la ganadería y la agricultura.

Surgió la agronomía en México como un proyecto educativo, mismo que se legitimó profesionalmente dentro de un proyecto político nacionalista después de la Revolución, se consolidó durante la revolución verde y entro en crisis como parte del aparato burocrático del Estado a inicios de la década de los 80’s. A inicios de la década de los 90´s hubo cambios importantes de carácter normativo e institucional, afectaron los espacios profesionales de los agrónomos, tanto los tradicionales como los emergentes. Estos cambios han puesto en evidencia los conflictos entre el sector agropecuario y las instituciones de Educación Agrícola superior por cumplir con las exigencias de un profesional que den respuesta a los problemas del sector, por lo que estas dependencias tienen que estar generando, actualizando sus programas de estudios, donde vinculen a los alumnos al campo laboral y tenga la oportunidad de dar solución a problemas y casos reales de una manera profesional.

## REFERENCIAS


Aranda, H., Pérez, F., y Méndez, M. D., (2006). Evaluación del grado de cumplimiento de la Visión, Misión y Valores en una Institución de Educación Agrícola Superior. Artículo aceptado. Revista Mexicana de Agronegocios.

AMEAS.1989. Plan de Desarrollo de la Educación Agrícola Superior en México, SEP-SESIC-DGICSA/UAAAN, México, 160p.

AMEAS.1991. Memorias de la Reunión Nacional sobre desarrollo Curricular de la Instituciones de Educación Agrícola Superior. AMEAS, México, 122p.

AMEAS.1994. Estadísticas básicas de la Educación agrícola Superior en México, AMEAS, Informe anual, Documento interno.

Arce G. F., M. Bazant, A. Staples, D. Tanck E., J. Zoraida V. (1982). Historia de las profesiones en México, El colegio de México, México, 406 p.

Bazant M. S/F. "La enseñanza agrícola en México. Propiedad gubernamental e indiferencia social, 1853-1910" en historia Méxicana, Vol. XXXII, Núm. 3, México, El Colegio de México, p. 351.

Cleaves P. (1988). Las profesiones y el estado: el caso de México, Serie Jornadad del Colegio de México, México, 244p.

Comité Mexicano para la Acreditación de la Educación Agronómica. (2004). Sistema Mexicano de Acreditación de Programas Académicos para la Educación Agrícola Superior. México: Comité Mexicano para la Acreditación de la Educación Agronómica.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2004). Programa para el Fortalecimiento del Posgrado Nacional. Padrón Nacional de Posgrado. México. Autor. De la Garza, E. L. (2005). La evaluación educativa. Revista Iberoamericana de Educación, 9 (23), 807-816.

González, E. (1982). Distintos enfoques de la Educación ligados a los Modelos de Desarrollo. Dirección de Difusión Cultural. Depto. de Fitotecnia UACH, Chapingo, México.

Gómez, S. L.G (2009). Escuelas y Enseñanza Agrícola en Jalisco, 1920 – 1924. X Congreso Nacional de Investigación Educativa. Área 9: historia e historiografía de la educación. Memoria electrónica, Veracruz, México.

Mata, G. B. (1992). La formación del Agrónomo necesario. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México, 135p.

Nieto-Caraveo L.M. y P. Medellin Milan. (1999). Conocimiento y sostenibilidad: Tópicos emergentes, en: revista Universitaria Potosinos Vol. VI, No. 6 (enero-febrero 1999), Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México, 116p. (48-57).

Robles, M. (1977). Educación y Sociedad en la Historia de México, Ed. Siglo XXI, México.

Robles G.V. y E. Suárez M. (1995). La educación agropecuaria en México, Comité de Ciencias Agropecuarias-CIEES, México, 1995, 56p.

Sieferle R.P. (1993). Perspectivas de una investigación medioambiental histórica, en: debates No. 45, septiembre de 1993, España, 124p (55-80).

Solana, F. R. Cardiel R. (1981) Historia de la Educación Pública en México. Fondo de Cultura Económica. SEP. México.

Solleiro, J. L. (2004). Innovación tecnológica en empresas mexicanas. Análisis del entorno y evidencia de casos. Protocolo de Investigación. México. Secretaría de Educación Pública-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Zepeda J.M. (1980) estudio Histórico de la Educación agropecuaria en México, textual Vol. 3 No.10, diciembre de 1982, Universidad autónoma de Chapingo, México.

# CAPÍTULO 8

# LA MULTIFUNCIONALIDAD DE LA AGRICULTURA ORIENTACIONES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ORGANIZACIONES DE AGRICULTURA CAMPESINA FAMILIAR Y COMUNITARIA EN COLOMBIA

*Data de aceite: 01/03/2022*
*Data de submissão: 13/02/2022*

**Ruben Dario Ortiz Morales**
Parque Científico de Innovación Social-UNIMINUTO, Ingenieros Sin Fronteras
Colombia, Bogotá D.C
https://orcid.org/0000-0002-6881-3329

**Arlex Angarita Leiton**
Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO,, Especialización en Agricultura Familiar, Bogotá D.C
https://orcid.org/0000-0002-3703-6491

**RESUMEN:** El presente trabajo se centra en analizar los elementos de la multifuncionalidad que hacen parte de la Agricultura Familiar- AF, entendiendo que la AF es una categoría en la que se estudia la agricultura tradicional campesina y la manera como ésta ha venido evolucionando conceptualmente. En esta agricultura juega un papel preponderante los actores que en ella intervienen, y cuenta a su vez, con una serie de atributos, modos, racionalidad y metabolismos que han sido poco estudiados aún, ya que los estudios se han centrado principalmente en aspectos económicos y productivos, es decir, desde una visión que podría catalogarse como "utilitarista y simplista", ya que la agricultura familiar implica la vida y la situación social, medio ambiental, cultural, territorial y política de sus actores, por lo que va más allá de la simple producción agropecuaria. Desde la perspectiva de la multifuncionalidad, la AF transciende lo económico, permitiendo comprender que bajo el ejercicio de la cotidianidad de las familias campesinas en torno a sus sistemas productivos y la interacción con procesos comunitarios, se generan dinámicas que implican el establecimiento de vínculos y relaciones que permiten el fortalecimiento y construcción de los capitales sociales, ambientales, organizacionales, relacionales, culturales y políticos, que a su vez generan acciones de resistencia y mitigación frente a los impactos que la agricultura industrial o agroindustria acarrea en el corto, mediano y largo plazo en los territorios, la cultura y vida de las familias. El trabajo consistió en identificar los elementos conceptuales relacionados con la multifuncionalidad que caracterizan a la agricultura familiar, para luego ser contrastados con la practicada por un colectivo campesino denominado "minga" ubicados en las veredas el Chuscal y Centro Alto del municipio de Sopó Cundinamarca, Colombia que permitieran determinar si estas familias podrían o no categorizarse como Agricultores, Campesinos, Familiares y Comunitarios (ACFC) de acuerdo a los criterios establecidos en la Resolución 464 del 2017 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia - Minagricultura, 2017).

**PALABRAS CLAVE:** Agricultura Familiar, multifuncionalidad, minga.

**ABSTRACT:** This paper focuses on analyzing the elements of multifunctionality that are part of Family Farming- FA, understanding that FA is a category in which traditional peasant agriculture and the way it has been evolving conceptually are

studied. In this agriculture, the actors involved play a predominant role and, in turn, have a series of attributes, modes, rationality and metabolisms that have been little studied, since studies have focused mainly on economic and productive aspects, that is, from a vision that could be classified as "utilitarian and simplistic", since family farming involves the life and the social, environmental, cultural, territorial and political situation of its actors, and therefore goes beyond simple agricultural and livestock production. From the perspective of multifunctionality, FA transcends the economic, making it possible to understand that the daily life of farming families in their production systems and the interaction with community processes generate dynamics that imply the establishment of links and relationships that allow for the strengthening and construction of social capitals, This in turn generates resistance and mitigation actions against the short, medium and long term impacts of industrial agriculture or agroindustry on the territories, culture and life of the families. The work consisted in identifying the conceptual elements related to the multifunctionality that characterize family agriculture, to later be contrasted with that practiced by a peasant collective called "minga" located in the villages of El Chuscal and Centro Alto in the municipality of Sopó, Cundinamarca, Colombia that would allow determining whether or not these families could be categorized as Farmers, Peasants, Family and Community Farmers (ACFC) according to the criteria established in Resolution 464 of 2017 (Ministry of Agriculture and Rural Development of Colombia - Minagricultura, 2017).

**KEYWORDS:** Family Farming, multifunctionality, minga.

## 1 I INTRODUCCIÓN

Actualmente la agricultura familiar ha tomado relevancia en temas de seguridad alimentaria, la generación de empleo agrícola, la conservación de la biodiversidad, la mitigación de la pobreza, el rescate de las tradiciones culturales, el cumplimiento de las metas de los objetivos de Desarrollo Sostenible en contextos rurales, entre otros. A comienzos del siglo XX, el economista Alekxandr Chayánov desarrollo "la teoría de la unidad económica campesina", bajo esta obra dejó marcada la forma de organización, las relaciones de producción y su vinculación con los sistemas socioeconómicos, así como la importancia de estas en la economía de los países (FAO, 2014).

Parte del trabajo que se ha adelantado con la participación de organizaciones, entidades y académicos en la conceptualización de la AF, ha consistido en identificar las características propias de esta categoría. Y es que la actividad económica del campesino se ha centralizado en la necesidad de satisfacer los requerimientos de subsistencia para su familia a partir de la unidad de producción, usando primordialmente como eje central de trabajo la mano de obra y la familiar (Sanches Peraci, 2011), entre tanto, Maletta (2011) citado por FAO (2014), resalta que el concepto más cercano a la AF se conoció como unidad económica familiar, establecido a mediados del siglo XX, definiéndolo como "una finca de tamaño suficiente para proveer al sustento de una familia y que en su funcionamiento no requiriese de mano de obra asalariada, sino que pudiese ser atendida con la fuerza laboral de la propia familia" (P.19).

El reconocimiento de la AF en América Latina y el Caribe se inicia sólo a partir del año 2004 con el surgimiento y creación de la Reunión Especializada de Agricultura Familiar - REAF, como instancia de asesoría al ejecutivo integrante del Mercosur, para proponer y ejecutar políticas públicas diferenciadas para la Agricultura Familiar Campesina – AFC. En esta instancia se establecieron criterios de acuerdo con el contexto particular de cada país (FAO, 2014).

Van Der Ploeg (2014), propone que la AF implica un equilibrio entre emprendimiento y familia, dado que el agricultor posee control sobre sus recursos; material genético, maquinarias, tierra, animales y sabe cómo pueden ser combinados entre sí.  Por otro lado, fortalece la economía rural local, ya que entre sus interacciones compran, gastan y participan de otras actividades económicas, además, el predio no solo se observa como sistema de producción, es un espacio de interacciones integradas que vincula necesariamente a la familia con las actividades agrícolas, las dinámicas ecológicas y sociales locales, convirtiéndose en un laboratorio natural.

Para Colombia, el único elemento de política pública en torno a la AF lo constituye la Resolución 464, emanada del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en el año 2017, por la cual se establecen los lineamientos estratégicos de política pública para Agricultura Campesina Familiar y Comunitaria – ACFC. En esta resolución se establecen algunas características básicas que son consideras para determinar si un productor corresponde o no a la categoría de ACFC. Estos criterios son: a. Predominio de la actividad económica agropecuaria, desarrollada en forma directa; b. Uso predominante de la mano de obra familiar o comunitaria; c. Área de la unidad productiva; d. Residir o vivir de un perímetro funcional a la finca, o territorio colectivo, del cual derivan sus medios de vida (Minagricultura, 2017, p.15).

A partir de lo anterior, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural de Colombia (2017) en Colombia ha definido la Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria – ACFC como:

> “El sistema de producción y organización gestionado y operado por mujeres, hombres, familias, y comunidades campesinas, indígenas, negras, afrodescendientes, raizales, y palenqueras que conviven en los territorios rurales del país. En este sistema se desarrollan principalmente actividades de producción, transformación y comercialización de bienes y servicios agrícolas, pecuarios, pesqueros, acuícolas y silvícolas; que suelen complementarse con actividades no agropecuarias. Esta diversificación de actividades y medios de vida se realiza predominantemente a través de la gestión y el trabajo familiar, asociativo o comunitario, aunque también puede emplearse mano de obra contratada” (p.14).

Por su parte la multifuncionalidad es un concepto que se deriva de una visión socio-tecnócrata, el cual se centra en el desarrollo de actividades económicas sin dejar de lado aspectos sociales y otras dimensiones de la ruralidad, este a su vez se perfila desde la perspectiva de la “Nueva ruralidad”, en la cual una de sus bases consiste en la

diversificación de los ingresos de los habitantes rurales (Ariza, Bokelmann, & Ramírez, 2016).

El concepto de multifuncionalidad sale a relucir por primera vez en la conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992 (Cumbre de Río), y desde allí continúa como abanderada en distintos espacios internacionales y agendas políticas (Segrelles, y otros, 2012). El documento presentado para la Conferencia FAO/ Países bajos sobre el carácter Multifuncional de la agricultura y la Tierra (1999), señala que la multifuncionalidad abarca toda la gama de las funciones ambientales, sociales y económicas que derivan de la agricultura y al correspondiente uso de la tierra.

La perspectiva de la multifuncionalidad, con el tiempo ha permitido incorporar otros elementos al análisis llevando a consideran a la agricultura familiar como proveedora de otras funciones no económicas, como la seguridad alimentaria, la conservación del medio ambiente y del paisaje rural, como ese algo que contribuye a la viabilidad de las áreas rurales al proveer fuentes de ocupación, favorecer un desarrollo territorial equilibrado (Crecente, 2002) y convertirse en medio de subsistencia para una población marginal y olvidada por los gobiernos Citado por Ayala-Ortiz & García-Barrios (2009).

Como se mencionó, la multifuncionalidad está relacionada con la nueva ruralidad, y ésta a su vez implica la reconceptualización de lo urbano y lo rural, que por lo general han sido entendidos como antagónicos y en oposición. Desde esta perspectiva, por el contrario, son espacios y contextos que reclaman cohesión y complementariedad, más allá de los límites geográficos y administrativos, que permitan recomponer la preponderancia de las ciudades y lo urbano sobre el campo y las dinámicas que éste implica, reconociendo ambos contextos en su naturaleza, para poder desde allí replantear relaciones que propendan por la reciprocidad, la cooperación y la corresponsabilidad.

En este estudio de caso se pretende comprender las relaciones existentes en el territorio a partir de las interacciones que genera el colectivo campesino denominado "minga", partiendo del supuesto de que los participantes representan un ejemplo o caso típico de agricultura familiar en Colombia, en el cual se pueden identificar los elementos propicios de la multifuncionalidad, analizándolos desde las dimensiones sociocultural, económica, productiva, ambiental y política, buscando realizar aportes desde una visión integradora y articuladora de la organización social, los simbólico y de desarrollo comunitario autogestionado. El estudio busca rescatar y validar dichos elementos propios de la familiar presentes en este colectivo.

## 2 I MATERIALES Y MÉTODO: DESCRIBE EL TIPO DE ESTUDIO Y EL DISEÑO DEL MISMO, ASÍ COMO LA POBLACIÓN, LA TÉCNICA DE MUESTREO Y EL PROCESO DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA. SE DEBEN EXPLICITAR LOS INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS PARA LA OBTENCIÓN Y EL ANÁLISIS DE LOS DATOS

El desarrollo del trabajo de investigación cualitativa comprendió el tipo metodológico de estudio de caso, tomando como muestra a 10 agricultores del colectivo denominado "minga" quienes decidieron participar voluntariamente en el ejercicio. El colectivo hace parte de un ejercicio participativo que reúne a un grupo de 20 agricultores en las veredas Chuscal y Centro alto del municipio de Sopó, quienes se reúnen una vez por mes de forma rotativa entre los predios desde hace más de seis (6) años, para el desarrollo de actividades relacionadas con sus sistemas productivos, procesos de capacitación y de gestión organizativa.

Se trabajó con el colectivo campesino porque recogen características propias de la multifuncionalidad, donde sus sistemas productivos cumplen distintas funciones aparte de la primordial de producir alimentos, existe un trasfondo de relacionamiento de otras dimensiones, que a través del análisis multifuncional permite entender las posibles relaciones, sinergias y mutuos compromisos para lograr un desarrollo rural sostenible (FAO 1999). Por otra parte, reúne elementos de la AF, como es expresado por Toulmin y Gueye (2003) en la generación de vínculos intergeneracionales, de traspaso de conocimientos tradiciones y de costumbres, estableciendo una red de relaciones y estrategias de solidaridad y compromiso a largo plazo, a partir de la mano de obra familiar a pequeña escala.

En el desarrollo metodológico del proceso investigativo se tuvo en cuenta, primero, hacer una revisión de literatura para poder identificar los elementos constitutivos que caracterización a la agricultura familiar, para con ellos poder estructurar los instrumentos a ser aplicados (entrevista semiestructurada, talleres y observación participante). Posteriormente se efectuó una visita de campo al lugar donde se desarrolla el colectivo campesino, para realizar la presentación del trabajo de investigación a realizar y obtener la aprobación por parte de los agricultores para poder efectuar el estudio con su participación. El procedimiento metodológico para llegar a los resultados se desarrolló en dos grandes etapas: una en la cual se identificó los elementos conceptuales relacionados con la multifuncionalidad de la agricultura familiar, y dos la descripción de los elementos de la multifuncionalidad presente en el colectivo "Minga".

En la construcción de la metodología y de los instrumentos de campo se tomó algunos elementos de la propuesta metodológica desarrollada por Ácevedo y Angarita (2013) en el texto "Metodología para la Evaluación de Sustentabilidad a partir de Indicadores Locales para la Planificación y Monitoreo de Programas Agroecológicos - MESILPA".

A partir de la información obtenida del abordaje conceptual realizado en la primera

etapa, se realizó un ejercicio de cotejo de los criterios establecidos por MinAgricultura (2017) en la resolución 464 respecto a las características para la identificación de los ACFC, lo cual permitió identificar cuales familias campesinas que hacen parte del colectivo “minga” pudiesen ser categorizadas como Agricultores Campesinos, Familiares y Comunitarios.

Finalmente se realizó un análisis de la información recolectada en campo en relación con cada uno de los elementos conceptuales identificados en la revisión de literatura a nivel nacional e internacional desarrollado en la primera etapa, de esta manera, se contrasto la información permitiendo identificar los elementos propios de los agricultores pertenecientes al colectivo denominado minga, entorno a los conceptos de multifuncionalidad y Agricultura Familiar analizados desde las distintas dimensiones trabajadas en la etapa anterior.

## 3 I RESULTADOS ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

### Resultado Etapa 1: Identificar elementos conceptuales relacionados con la multifuncionalidad de la agricultura familiar, que permita orientar el análisis de la minga

Para esta primera parte fue fundamental la recolección de información primaria que permitió reconocer hechos y datos recopilados por otros autores e investigadores a nivel nacional e internacional, para entender las dinámicas de las Agricultura Familiar, y a su vez, como la multifuncionalidad desde su conceptualización se relaciona a esta. La información fue identificada a través de fuentes bibliográficas como artículos científicos, libros, capítulos de libros, e informes entre otros, en la que se identificaron elementos de la multifuncionalidad y la agricultura familiar desde las distintas dimensiones socio-cultural, ambiental, económica, productiva y política, de esta manera se vio la necesidad de organizar la información en dimensiones (tabla 1).

Lo anterior, lo expresa Ramos (2016) en su definición de AF como un “concepto multidimensional, que involucra elementos de la dimensión económica, pero también de las dimensiones del conocimiento vinculadas a los aspectos sociales, culturales e históricos, que tiene que ver con raíces ancestrales, culturales y de arraigo personal y familiar” (p.19).

Con la identificación de los elementos de la multifuncionalidad que hacen parte de la agricultura familiar, fue posible construir un esquema con algunas de las características generales que son referenciadas a nivel nacional e internacional y que son propias de un agricultor familiar (figura 2).

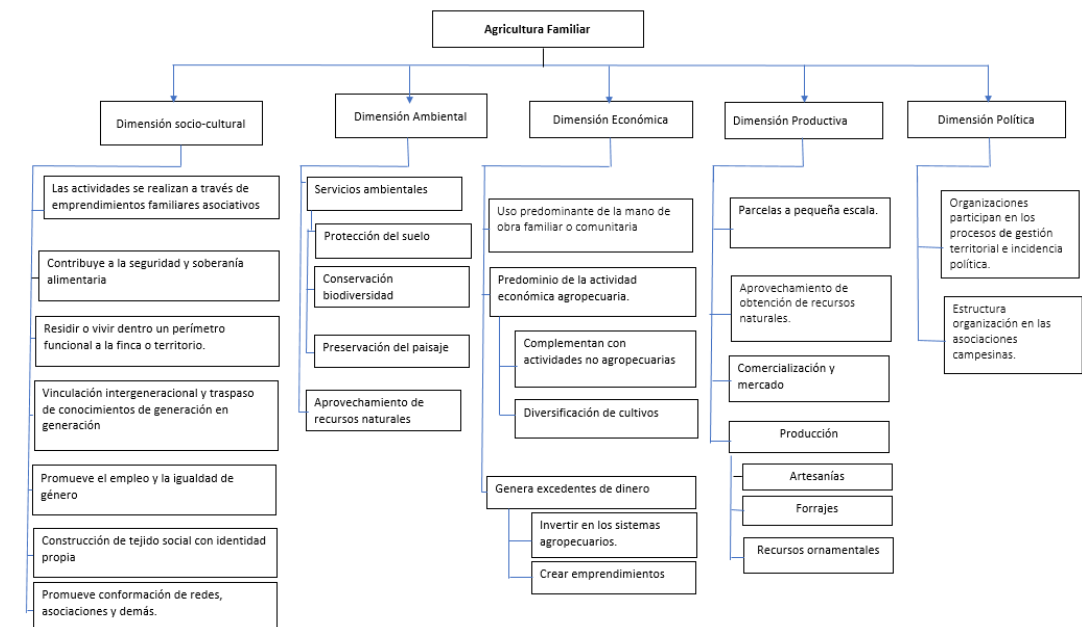



Figura 2. Esquema de los elementos de la agricultura familiar en sus dimensiones.

Fuente: Autores (2021)

| Dimensión | Multifuncionalidad | Agricultura Familiar |
|---|---|---|
| Social | 1) Protección en su entorno o hábitat. | 1) Residir o vivir dentro de un perímetro funcional a la finca, o territorio colectivo, del cual se derivan sus medios de vida |
| | 2) Se organiza en asociaciones solidarias y redes campesinas | 2) Las actividades se realizan a través de emprendimientos familiares, asociativos o solidarios. |
| | 3) Intercambios no monetarios o trueques de productos, de insumos, de trabajo y las relaciones existentes entre los campesinos, dentro del núcleo familiar y de la comunidad. | 3) La tierra y el trabajo rural representan no solo un medio de producción, sino de reproducción social. |
| | 4) Fomenta la Seguridad y soberanía alimentaria. | 4) Contribuye a la seguridad y soberanía alimentaria del país, fortalece el tejido social de los territorios rurales, y en general dinamiza el desarrollo territorial. |
| | 5) Autoabastecimiento en alimentos | 5) Una finca de tamaño suficiente para proveer al sustento de una familia |
| | 6) Herencia cultural<br>7) Oportunidades para nuevas generaciones: traspaso generacional. | 6) Caracteriza por la generación de vínculos intergeneracional y traspaso de conocimientos y de las tradiciones y costumbres de generación en generación. |
| Ambiental | 8) Servicios ambientales (protección del suelo, conservación de la biodiversidad entre otros).<br>9) Aprovechamiento de recursos naturales. | 7) Predio no es solamente un lugar de producción, sino hay una relación socio ambiental, comprendiendo y entendiendo la relación medioambiental |

| | | |
|---|---|---|
| Económica | 10) Incorpora el trabajo familiar | 8)Uso predominante de la mano de obra familiar o comunitaria |
| | 11) Dentro de la económica campesina se encuentra el desarrollo de estrategias como la pluriactividad | 9) Predominio de la actividad económica agropecuaria, desarrollada en forma directa.<br>10) Las actividades agropecuarias suelen complementarse con actividades no agropecuarias como el aprovechamiento de la biodiversidad, las artesanías, el turismo rural y el desarrollo de empleos temporales, entre otras. |
| | 12) Menos demanda de insumos externos.<br>13)Transformación de alimentos | 11) El manejo de sus sistemas productivos bajo la lógica de la diversificación de cultivos permite aquello, y constituye un factor que contribuye a la estabilidad económica del sector. |
| | 14) Contribuye a la reducción de la pobreza rural.<br>15) Genera empleos | 12) Contribuyen a fortalecer la economía rural local. |
| | 16) Mejores oportunidades y condiciones laborales., creando emprendimientos familiares. | 13) Genera excedentes de dinero |
| Político | 17) Inciden procesos sociopolíticos en el interior del territorio, o procesos de planeamiento del desarrollo en distintas escalas (local territorial o regional). | 14) Las redes y organizaciones de la ACFC tienen un rol importante en los procesos de gestión territorial e incidencia política. |
| | 18) Permite construir políticas que incluirán actividades agrícolas y no agrícolas | 15)Existe una estructura organizacional de las asociaciones campesinas |
| Productivo | 19) Cumple con la funcionalidad de producir alimentos y aprovechamiento de otras funciones como obtención de madera, combustibles, forraje, medicina, semillas entre otras. | 16) Cuenta con los recursos necesarios para desarrollar las actividades agropecuarias (tierra) o pesqueras (activos). |
| | 20) Parcelas a pequeña escala. | 17) Tamaño del predio (una Unidad Agrícola Familiar) |

Tabla 1. Elementos de la multifuncionalidad relacionados con la AF en las distintas dimensiones

Fuente. Autores (2021)

### Etapa 2: Describir los elementos de la multifuncionalidad presentes en el colectivo denominados “Minga”, que permitan ampliar la discusión relacionada con la Agricultura Familiar

Para el siguiente apartado se iniciara describiendo las generalidades que presentan las 10 familias que hacen parte del colectivo denominado minga, seguidamente se describirá los elementos de la multifuncionalidad que hacen parte de la agricultura familiar y que se evidencian en éste estudio de caso, las dimensiones socio-cultural, ambiental, económica, productiva y política, pues como lo afirma Sánchez (2016), la multifuncionalidad de la agricultura desde la perspectiva conceptual y metodológica se emplea para analizar la complejidad de la comunidades campesinas que hacen parte de AF a partir las dimensiones productivas, culturales, sociales y ambientales.

## 3.1 Generalidades de los sistemas productivos

A partir del análisis de los 10 sistemas productivos pertenecientes al colectivo denominado “minga”, se identificó las siguientes características a partir de sus usos y áreas.

El área total ocupa de 13,15 Ha, siete (7) predios tienen una extensión entre 240 m2 a 10.000 m2 y las restantes superiores a 10.000 m2. La mayor parte de sus áreas están destinadas actividades pecuarias con una representación del 43,23%, áreas de conservación 19,16% y los sistemas agrícolas tan solo un 16,01%.

Los sistemas productivos de los participantes a partir de su auto reconocimiento predominan principalmente la agricultura agroecológica, orgánica y limpia en un 70%, y aunque son lejanos desde lo conceptual, desde las prácticas productivas agropecuarias que realizan, generan un menor impacto ambiental, reconocen la importancia de gestionar sistemas productivos sustentables, y en general libres de agrotóxicos.

## 3.2 Características de la multifuncionalidad relacionadas a la AF a partir de la resolución 464 del 2017

En este apartado se realiza un análisis para determinar si las familias de los participantes del colectivo pueden categorizarse como Agricultores, Campesinos, Familiares y Comunitarios (ACFC) de acuerdo con los criterios establecidos en la Resolución 464 del 2017 (Minagricultura de Colombia, 2017). Centralizada en la construcción de Política Pública para el fomento de la agroecología y el reconocimiento de los Sistemas Participativos de Garantía (SPG). Siendo la primera norma del Ministerio de agricultura que reconoce la Agroecología, los SPG, la soberanía alimentaria, los derechos de las comunidades campesinas entre otros (Corporación Biocomercio sostenible y Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, 2018).

### *3.2.1 Vivir en un perímetro funcional de la finca*

De acuerdo con la resolución 464 del 2017 uno de los criterios para definir a un agricultor como ACFC debe ser residir o vivir dentro de un perímetro funcional a la finca, observándose que en la minga todos cumplen este criterio, puesto que viven en los mismos sistemas productivos (figura 3).

De las 10 familias que hacen parte del ejercicio minga se observó que el 70% son dueños de su sistema productivo, 20% se encuentra en condiciones de arriendo y el 10% presenta la condición de comodato, presentando además que solo el 40% presenta un activo diferente a su sistema productivo, de los cuales, se representa de la siguiente manera: 20% participantes poseen una vivienda, 10% es propietario de una finca y el otro 10% de un vehículo motorizado.

### *3.2.2 Uso predominante de la mano de obra familiar o comunitaria*

De acuerdo con la resolución 464 del 2017, en Colombia uno de los criterios fundamentales para designar o categorizar a un productor como Agricultor campesino Familiar Comunitario es precisamente que la mano de obra familiar sea de uso predominante en el sistema productivo respecto a la contratación de jornales, teniendo como parámetro de análisis que sea igual o mayor al 50% de la fuerza de trabajo dentro del sistema productivo.

En el análisis del estudio de caso se puedo analizar que cumplen con este criterio de la resolución, donde el total de integrantes de las 10 familias participantes que hacen parte del ejercicio colaborativo denomina minga es de 39 personas, y 27 de ellos realizan actividades agropecuarias representando el 69%, en promedio cada familia realiza 37,4 intervenciones laborales/ mensuales, entre de 3 a 4 horas/ día , ya que, los sistemas productivos son de pequeña escala y demandan baja fuerza laboral, y son complementados con otras labores no agrícolas.

Solo el 10% (una finca) de los sistemas productivos realizan contrataciones de jornales, se contrata una sola persona para el desarrollo de actividades agropecuarias en una totalidad de 7 días/mes, con un valor diario de $35.000 COP, esto se debe a que la productora tiene avanzada edad, y no dispone de la totalidad de tiempo, debido a sus otras actividades económicas. Los datos anteriores corroboran lo mencionado por O y Garner (2012), donde destaca que la AF se caracteriza por depender de la mano de obra de la familia.

Por otro lado, es fundamental destacar la funcionalidad de la minga en contribuir en la mano de obra comunitaria, y a su vez se puede considerar como retribución socioeconómica, puesto que, es definido como un espacio colaborativo que permite realizar las actividades agropecuarias pendientes en los sistemas productivos evitando así la contratación laboral de jornaleros como lo afirma una participante “En la minga se trabaja con más hartico y menos costo en dinero que uno tenga que pagar por una persona por trabajo” y concluye diciendo “En el trabajo por lo menos para yo participar aquí con ellos es cada mes, entonces si yo vengo y les ayudo 10 unidades de trabajo que se hagan, ellos van las 10 personas ayudan también hacer mi trabajo”.

### *3.2.3 Las actividades agropecuarias suelen complementarse con actividades no agropecuarias*

Una de las principales e importantes características para la AF es que su principal ingreso familiar sea proveniente de la producción agropecuaria (MinAgricultura, 2017), observándose para este estudio de caso en particular no se cumple con esta característica, realizando el análisis de 39 personas que son el total de integrantes que conforman las 10 familias. Hay que ver a la familia como una unidad, en este caso, los niños y niñas y

los adultos mayores (representado por un 36%), dependen de la actividad que hacen los otros miembros de la familia que están activos laboralmente, entre tanto, el empleo formal es la principal fuente de ingresos con el 31%, que en su mayoría se debe a los empleos generados por la empresa Alpina dentro del municipio de Sopo Cundinamarca, 15% del total de las personas se dedican a la producción agropecuaria como principal fuente de ingreso económico, el 10% de los integrantes son independientes (emprendimiento propio), el 5% de los integrantes se encuentra representado por los adultos mayores que se encuentran pensionados, y finalmente solo el 3% se encuentran laborando como jornaleros.

Lo anterior, permite comprender que los agricultores familiares generan ingresos económicos con actividades complementarias a las actividades agropecuarias, siendo labores extra prediales que les permiten obtener ingresos para satisfacer los requerimientos de la familia para preexistir con su modo de vida, el arraigo a la tierra, al campo y que dicho comportamiento se encuentra relacionado con la racionalidad ecológica propia de la agricultura familiar (figura 4). Esteban (2004) referencia que en la racionalidad ecológica se generan prácticas y estrategias cognitivas, que para el caso de los agricultores familiares pueden estar destinadas a la resolución de problemas (económicos) relacionándolos con las estructuras ambientales. Por otra parte, Silva citado por Gómez y Rodríguez da silva (2015) argumenta que los agricultores desarrollan actividades agrícolas y no agrícolas, que pueden estar remuneradas a salarialmente o desarrolladas voluntariamente (no asalariadas), dentro del sistema productivo o fuera de este, que sean ejercidas por los integrantes de familia y que tengan residencia en el establecimiento rural.

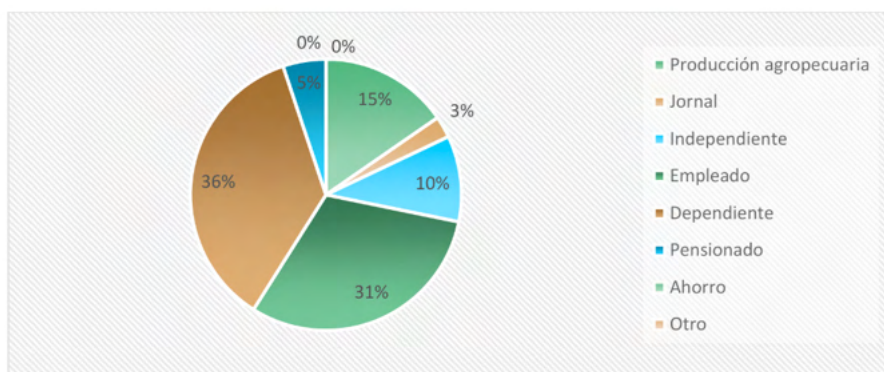



Figura 4. Principal fuente de ingreso de las familias participantes de la minga.

Fuente. Autores (2021)

Una de las principales causas para este fenómeno en este estudio de caso particular, se debe a que las familias cultivan principalmente con motivos de autoabastecimiento familiar y el excedente de los alimentos producidos son considerados para la venta (siendo

mínimos los ingresos económicos), generando más rentabilidad otros medios laborales, en termino de ingresos monetarios, además considerando que el tamaño de sus predios es de pequeña escala y que se encuentran ubicados en zona de amortiguación de la reserva forestal Pionono.

De acuerdo a lo anterior, surge la pregunta ¿Qué categoría deberían recibir las familias del colectiva denominada minga, y la misma minga que por sus particularidades se convierte en una asociación comunitaria?, puesto que, en este caso particular si la normatividad vigente en el país que es la resolución 464 del 2017 es especifica en cuanto a que existen unos criterios para definir que un productor o asociación se pueden definir como ACFC, y que para este caso en particular se analizó que cumple con los criterios excepto el predominio de la actividad económica agropecuaria, desarrollada en la forma directa.

Pero también es clara reconociendo que la AF existen distintas agriculturas campesinas, familiares y comunitarias con diferentes características territoriales como sistemas productivos, aspectos socio-culturales, políticos entre otras, entonces la discusión parte de varias posiciones como son:

1) El criterio “predominio de la actividad económica agropecuaria, desarrollada en la forma directa” no cuenta con un indicador o parámetro que permita establecer las condiciones o características del criterio

2) El criterio realiza un análisis a partir de las unidades de producción (UP), discriminando las Unidades Productivas Agropecuarias (UPA) (realizan actividades agropecuarias) y las Unidades Productivas No Agropecuarias- UPNA, pero no consideran que existen sistemas de productores que desde su sistema productivo es mixto, es decir, en un espacio particular se evidencian producción económica agropecuaria combinada con actividades categorizadas en sectores económicos distintos al sector agrícola y que desde este parámetro se comprende la funcionalidad de la multifuncionalidad de la AF, que van más allá de la función primera de producción de los alimentos y fibras, a saber, “(a) reproducción socioeconómica de las familias rurales (desde una visión pluriactiva), (b) promoción de la seguridad alimentaria de las propias familias rurales y de la sociedad, (c) manutención del tejido social y cultural, y (d) preservación de los recursos naturales y del paisaje” (Oliveira, Maluf y Valencia, s.f., p.30).

3) Se debe reconocer que existen actividades económicas no remuneradas y/o no monetizadas como por ejemplo la mano de obra familiar y la producción de alimentos para el autoconsumo entre otras, que no se tienen en cuenta en el momento de realizar un análisis socio-económico, dicha mano de obra familiar es empleada en el sistema productivo familiar que incluye lo agropecuario.

4) Se debe considerar que la AF es dinámica y se adapta a los cambios del territorio, generando medios y modos de vida con interacciones socio-culturales con diversas actividades económicas con la posibilidad de combinar actividades agrícolas y no agrícolas dentro un contexto social y económico, estas múltiples ocupaciones van a

depender de variables y factores relacionados con la dinámica de las familias y de los individuos que las componen.

Otra característica que ha venido prevaleciendo en los pequeños productores es la de generar ingresos económicos de actividades distintas a la agricultura, Aumand et al. (2006) referencia que uno de los enfoques de la multifuncionalidad de la agricultura es la diversificación de aportaciones productivas de la agricultura. En tanto Gras (2004), define que las comunidades rurales desarrollan estrategias como la pluriactividad en la combinación de actividades laborales agrarias y no agrarias.

### *3.2.4 Área de la unidad productiva*

Como se observa en la tabla 3, la mayor parte de las fincas son sistemas productivos que no superan una (1) Ha en extensión, solo tres (3) de las 10 fincas superan este tamaño, siendo una de las características de la AF la relación al tamaño de la explotación. Maletta (2011) refiere que las fincas de la AF son de una superficie de pequeño tamaño, entre tanto O y Garner (2012) difiere que en el área andina se puede presentar fincas de hasta 5 Ha.

De acuerdo con la resolución 464 del 2017, en Colombia el tamaño de la Unidad Productiva hace parte de los criterios para definir si un productor hace parte o no de la categoría ACFC, teniendo como parámetro que no sea superior a una Unidad Agrícola Familiar (UAF). La resolución No. 041 de 1991 sobre la determinación de extensiones para las UAFs, es clara en cuanto a su designación de la UAF para Sabana Centro expresando lo siguiente “para los suelos ondulados a quebrados de esta zona el rango de 12 a 16 hectáreas. Para los suelos de la parte plana el rango es de 2 a 3 hectáreas” (p.28).

Bajo los parámetros o normatividad expresados anteriormente los sistemas productivos se encuentran ubicados entre los rangos de las hectáreas presentadas por la resolución No 041 de 1991, cumpliendo con el criterio como se puede observar en la tabla 3.

Si se analiza el promedio de extensión del área productiva de las fincas de los participantes de la minga se cumpliría el criterio, puesto que, su promedio de extensión es de 1.31 Ha, al ser analizadas individualmente el 30% de las fincas tienen una extensión entre 1 Ha a 6 Ha, pero por sus características geográficas hacen parte de los suelos ondulados o quebrados (12- 16 Ha), por lo tanto, su extensión es inferior y se encuentra enmarcado bajo los criterios de la resolución 464 del 2017.

| Finca | Área total de las fincas (ha) |
|---|---|
| 1 | 1,88 |
| 2 | 0,1497 |
| 3 | 0,024 |
| 4 | 0,1533 |
| 5 | 6 |
| 6 | 0,28 |
| 7 | 3 |
| 8 | 1 |
| 9 | 0,28 |
| 10 | 0,3864 |
| **Suma** | **13,1534** |
| **Promedio** | **1,31534** |

Tabla 3. Extensión de áreas de cada sistema productivo.

Fuente. Autores (2021).

Es importante resaltar que en este estudio de caso existe un predomino de los predios de pequeña escala, lo cual reafirma lo expresado por FAO (2014) en que la agricultura se presenta en pequeña escala es practicada por familias, en las que utilizan únicamente o en su mayor parte mano de obra familiar. Por su parte la resolución 464 del 2017 resalta que, aunque la relación de la ACFC es heterogénea en el tamaño de la tendencia de tierra, en el caso de las propiedades familiares o individuales predomina los predios de pequeña escala.

## 4 I CONCLUSIONES

De acuerdo con la pregunta de investigación y objetivos desarrollados en el presente trabajo se encontró como conclusiones que:

La multifuncionalidad es un concepto que permite realizar un análisis más profundo de la agricultura familiar desde las distintas perspectivas, abarcando relaciones sociales, ambientales, productivas entre otras, pues que esta, se da a partir de entender y analizar las relaciones existentes que se da dentro de un territorio.

En la dimensión socio-cultural, se parte de la idea que conceptualmente la Agricultura Familiar ha venido tomando una designación política a través de las distintas normatividades que han venido surgiendo en América Latina y el Caribe, para el caso de Colombia se encuentra respaldada principalmente en la resolución 464 del 2017, donde los participantes aún desconocen de esta normatividad, y la mayor parte de estos, en un proceso de auto reconocimiento se designan como agricultores campesinos, entre tanto, aquellos que se consideraron agricultores familiares lo hicieron desde la connotación social mas no política, infiriendo que pertenecen a esta categoría por compartir actividades agropecuarias con los

integrantes de su familia.

Se evidencio que dentro del colectivo denominado minga, existe relaciones de circuito corto y mediano de comercialización, que dependen principalmente de los excedentes de las cosechas, siendo el más concurrido los sistemas de circuito corto en la participación del mercado campesino del municipio de Sopó y la venta a personas cercana o conocida. Las participaciones en circuitos medianos o altos de comercialización se establecen cuando los participantes se integran en los mercados regionales (municipios aledaños) y la venta de los productos a intermediarios provenientes de la ciudad de Bogotá D.C.

La dimensión política se focalizó desde la perspectiva estructural y organizacional de la minga, destacándose que en el ejercicio colectivo existe normatividades de acuerdo común, que transcienden a ser un ejercicio más de carácter social que político, el cual, a su vez presenta connotaciones particulares que llegan a categorizarse como una asociación comunitaria, puesto que, su conformación está relacionada directamente al trabajo comunitario y colaboración entre quienes participan, tejiendo relaciones individuales, entre los núcleos familiares, los participantes y comunidades externas a esta estructura organizacional.

La minga se constituye en un espacio en el que no solamente se desarrollan actividades agrícolas, sino que también permite que se establezcan acuerdos sociales y de acuerdo con las necesidades de los participantes.

En la minga, la multifuncionalidad cobra importancia conceptualmente porque permite reconocer la agricultura familiar más allá de la visión simplista y utilitaria, he históricamente marginal de los campesinos y su rol de producir alimentos, fibras y energía, y por el contrario, permite analizar su importancia desde una perspectiva o visión de lo ambiental, lo sociocultural, lo político, lo económico y lo productivo.

Un análisis crítico de la multifuncionalidad de la agricultura familiar, aplicada a un caso particular, permite identificar las dinámicas existentes del territorio rural para la toma de decisiones, permitiendo, por ejemplo, replantear las relaciones de la dicotomía entre lo rural y urbano, de las formas de producción y las relaciones entre organizaciones, entre otras.

La agricultura familiar como categoría política, tiene gran importancia para la sociedad, en tanto reconoce la importancia del campesinado y de los agricultores familiares, haciéndolos sujetos de derecho, sin embargo, para el caso de la normatividad colombiana bajo la resolución 464 de 2017, conceptualmente ésta puede tener algunas limitaciones a la hora de categorizar a quienes son sujetos de esta política pública, ya que como se demostró en este estudio de caso, existen otras formas de organización y condiciones territoriales que no cumplen con la totalidad de los criterios de identificación establecidos bajo la normatividad, pero como también se demostró, estos participantes y sus sistemas productivos tiene características, modos y condiciones propios de la naturaleza campesina. Y cobran gran relevancia al analizar su sol social, cuando se realiza desde

la multifuncionalidad y la pluriactividad, y sus contribuciones por ejemplo en la seguridad alimentaria, la protección de la biodiversidad y la agrobiodiversidad, la construcción y autogestión de visiones territoriales sostenibles, entre otros.

En un futuro la resolución 464 del 2017 puede estar sujeta a posibles ajustes en cuanto a los criterios planteados para la identificación de un productor, asociación u organización campesina como ACFC sujeto a los parámetros establecidos en cada criterio, puesto que, deben considerar que las características de las familias campesinas y del territorio rural son dinámicas y particulares generando que no se cumplan con todos los criterios, como ocurrió en el caso analizado en esta oportunidad.

La minga como organización social, trasciende el intercambio de trabajo o mano de obra, y toma importancia en aspectos políticos ya que encarna quizá una forma organizativa emergente que busca la visibilización, el reconocimiento y la lucha por superar las injusticias asociadas a la inequidad, la falta de oportunidades, la defensa del territorio, la protección de sus recursos y el patrimonio cultural y natural que posibilita la existencia del campesinado y la agricultura familiar reconocida hoy como categoría emergente.

También en la minga existe un ejercicio de intercambio de trabajo, para este caso su relevancia se da en el fortalecimiento del tejido social, en los valores, y visiones del mundo que apuntan al buen vivir, la convivencia, el ocio y finalmente en una continua construcción de comunidad y territorio, ya que, existe una participación voluntaria, donde se quiere llegar a colaborar a quien lo necesite en el desarrollo de las actividades principalmente agropecuarias, evidenciando valores como la amistad, el respeto y el intercambio de experiencias y conocimientos.

Los autores del presente documento reconocen que el estudio de caso del colectivo denominado minga puede tener contradicciones, no abordadas en el estudio por lo mismo dista de la generalidad regional, por ejemplo, en procesos organizativos (Minga) de tipo de producción agropecuaria, de acceso a la información, entre otros.

## REFERENCIAS


Acevedo, A. & Angarita, A. (2013). Metodología para la evaluación de sustentabilidad a partir de indicadores locales para el diseño y desarrollo de programas agroecológicos – MESILPA- Bogotá, Colombia: Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO

Ariza Pachón, F., Bokelmann, W., & Ramímez Miranda, C. (2017). Pensamiento de Desarrollo Rural, pasando de Revolución Verde para la soberanía Alimentaria. Humboldt-Universität zu Berlin

Aumand, A. et al. (2006): Definitions, references and interpretations of the concept of multifunctionality in France, European Series on Multifunctionality, 10: 5-39.

Ayala-Ortiz, D. A., & García-Barrios, R. (2009). Contribuciones metodológicas para valorar la multifuncionalidad de la agricultura campesina en la Meseta Purépecha (Vol. 9). Economía, sociedad y territorio.gicas para valorar la multifuncionalidad de la agricultura campesina en la Meseta Purépecha (Vol. 9). Economía, sociedad y territorio.

Corporación Biocomercio Sostenible y Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2018). Procolo N°2 Producción agroecologica . Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fventanillaverde.cvc.gov.co%2Farchivos%2F1542377431.pdf&clen=4965117&chunk=true

Esteban, M. (2004). La racionalidad ecológica en la teoría pragmatista del conocimiento. Acta Comportamentalia, 23-36.

Gómez Bautista, D., & Rodrigues da Silva, V. (2015). PLURIACTIVIDAD UNA OPCIÓN PARA LA SUSTENTABILIDAD EN EL SEMIÁRIDO BRASILEÑO: CASO MINIFUNDIOS DEL MUNICIPIO DE BREJINHO/PE. Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais, 64-80.

Gras, C. (2004) Pluriactividad en el campo argentino: el caso de los productores del sur santafecino. Cuadernos de Desarrollo Rural http://www.javeriana.edu.co/ier/recursos_user/documentos/revista51/91_114.pdf

FAO. (1999). Analisis del caracter Multifuncional de la Agricultura y la Tierra. Obtenido de http://www.fao.org/mfcal/pdf/st_s.pdf

FAO. (2014). Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política. Santiago de Chile: FIAT PANIS.

LA JUNTA DIRECTIVA DEL INSTITUTO COLOMBIANO DE LA REFORMA AGRARIA. (1996). RESOLUCIÓN No. 041 DE 1996 Determinación de extensiones para las UAFs. Obtenido de http://abc.finkeros.com/extensiones-de-las-uaf-en-la-regional-cundinamarca/

Maletta, H. (2011).Tendencias y perspectivas de la Agricultura Familiar en América Latina. Documento de Trabajo N° 1. Proyecto Conocimiento y Cambio en Pobreza Rural y Desarrollo. Rimisp, Santiago, Chile.

Minagricultura. (2017c). Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria ACFC. Obtenido de https://www.minagricultura.gov.co/Documents/lineamientos-acfc.pdf

O, A.P. y Garner, E. (2012). Defining the “Family Farm”. Working paper, FAO. 29 p.

Oliveira, H., Maluf, R., & Valencia , M. (s.f.). Desarrollo territorial y agricultura familiar.

Ramos, Á. (2014). DEFINICIÓN DE “AGRICULTURA FAMILIAR” COMO CATEGORÍA SOCIOECONÓMICA. Redes (St. Cruz Sul, Online), 10-28. Obtenido de http://dx.doi.org/10.17058/redes.v21i3.8243

Sánchez, J. J. (2016). MULTIFUNCIONALIDAD DE LA AGRICULTURA FAMILIAR AGROECOLÓGICA CAMPESINA EN EL CENTRO DEL VALLE DEL CAUCA. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Frepository.javeriana.edu.co%2Fbitstream%2Fhandle%2F10554%2F19537%2FSanchezRodriguezJessicaJeanet2016.pdf%3Fsequence%3D1&clen=1712896

Sanches Peraci, A. (2011). Agricultura familiar: Evolución conceptual, desafíos e institucionalidad. FAO - Iniciativa América Latina y Caribe Sin Hambre 2025, Lima.

Segrelles, J. A., Vásquez Sánchez, J., Canales Martínez, G., Espinosa López, R., Santana Rodríguez, L. M., Tormo i Santonja, J., & Vera-Muñoz, M. I. (2012). Multifuncionalidad rural y nueva ruralidad. La experiencia europea y la potencialidad de Colombia. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Obtenido de http://biblioteca.clacso.edu.ar/Espana/giecryal/20161220033253/pdf_1100.pdf

Toulmin, C. y Gueye, B. (2003). Transformations in West African agricultura and the role of family farms. Issue paper N°123. Drylands Programme: Interational Institute for Environmental and Development (IIED). 8 p.

Van Der Ploeg, J.D. (2014). Diez Cualidades de la Agricultura Familiar. Revista Agriculturas: experiencias en agroecología, Nº 1, Febrero de 2014.

# CAPÍTULO 9

# MICOTOXINAS EM GRÃOS DESTINADOS À PRODUÇÃO DE SILAGEM E RAÇÃO: UMA REVISÃO

*Data de aceite: 01/03/2022*
*Data de submissão: 12/01/2022*

**Níbia Sales Damasceno Corioletti**
Universidade Estadual de Goiás – UEG
São Luís de Montes Belos-GO
http://lattes.cnpq.br/1946912026519162

**José Henrique da Silva Taveira**
Universidade Federal de Lavras – UFLA
Lavras-MG e
Universidade Estadual de Goiás – UEG
Santa Helena de Goiás-GO
http://lattes.cnpq.br/1359434613878518

**Luciane Cristina Roswalka**
Universidade Federal de Lavras – UFLA
Lavras-MG
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT-MT
Nova Xavantina - MT
http://lattes.cnpq.br/5207564077071838

**Larissa da Luz Silva**
Universidade Estadual de Goiás – UEG
São Luís de Montes Belos-GO
http://lattes.cnpq.br/3702741794928881

**Barbara Mayewa Rodrigues Miranda**
Universidade Estadual de Goiás – UEG
São Luís de Montes Belos-GO
http://lattes.cnpq.br/1926985245794579

**RESUMO:** No Brasil, as cadeias produtivas de carne bovina, avícola e suína depende do fornecimento de silagem e ração que além de onerar o custo de produção ainda podem afetar a saúde dos animais e também dos homens devido a presença de metabólitos tóxicos secundários de baixo peso molecular, denominados de micotoxinas, por serem produzidas por fungos toxigênicos que compõem a microflora dos grãos. Comumente, espécies toxigênicas dos gêneros *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp., dentre outros, se encontram associados aos grãos. Em unidades de armazenamento, o controle de umidade e temperatura são essenciais para inibir o desenvolvimento dos fungos toxigênicos e conservação dos grãos. Em silagem ou ração, além da aflatoxina a primeira micotoxina identificada destacam-se fumonisina, zearalenona, deoxinivalenol, ocratoxina, glicotoxina, toxina-T2. Na tentativa de inativar as micotoxinas nos grãos, métodos como irradiação, inativação química, detoxificação por meio de solventes, tratamento térmico, ozonização, acidificação, uso de adsorvente, aluminosilicatos de sódio e cálcio hidratados vêm sendo testados. Neste contexto, a presente revisão bibliográfica teve como objetivo abordar aspectos relevantes sobre as micotoxinas em silagem e ração destinados à produção animal, abordando os fatores que afetam a conservação dos grãos e o desenvolvimento da microflora enfatizando os fungos micotoxigênicos durante o armazenamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aflatoxina. Fungos toxigênicos. Nutrição animal.

## MYCOTOXINS IN GRAINS FOR SILAGE AND FEED PRODUCTION: A REVIEW

**ABSTRACT:** In Brazil, the beef, poultry and pork production chains depend on the supply of silage and feed, which in addition to increasing the cost of production can affect the health of animals and men due to the presence of low molecular weight secondary toxic metabolites. , called mycotoxins, because they are produced by toxigenic fungi that compose the microflora of the grains. Commonly, toxigenic species of the genera Fusarium sp., Aspergillus sp. and Penicillium sp., among others, are associated with grains. In storage units, the control of humidity and temperature are essential to inhibit the development of toxigenic fungi and conservation of the grains. In silage or feed, in addition to aflatoxin, the first mycotoxin identified, fumonisin, zearalenone, deoxynivalenol, ochratoxin, glycotoxin, T2-toxin stand out. In an attempt to inactivate mycotoxins in grains, methods such as irradiation, chemical inactivation, detoxification by means of solvents, heat treatment, ozonation, acidification, use of adsorbent, hydrated sodium and calcium aluminosilicates have been tested. In this context, this literature review aimed to address relevant aspects of mycotoxins in silage and animal feed, addressing the factors that affect grain conservation and microflora development, emphasizing mycotoxigenic fungi during storage.
**KEYWORDS:** Aflatoxyn. Toxigenic fungi. Animal nutrition.

## 1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, considerado um dos maiores produtores de alimentos do mundo, a produção animal se apresenta como uma atividade muito importante para o desenvolvimento econômico do país (PEREIRA et al., 2021), sendo o setor de carnes alavancado há anos principalmente pelas cadeias produtivas de carne bovina, avícola e suína (BLISKA e GUILHOTO, 2001 E ACHAR UMA REFERÊNCIA MAIS ATUAL SERIA ÓTIMO).

O maior gasto com a criação de animais está relacionado com a sua alimentação, em função disso a qualidade dos alimentos fornecidos aos animais deve ser uma preocupação constante para o produtor, principalmente em períodos de entressafras ou sazonalidades, onde a disponibilidade de alimento torna-se reduzida e fontes alternativas como a ração e a silagem são extremamente necessárias para o bom desempenho animal (GOES et al., 2013; SANTOS e SANTOS, 2018).

Popularmente os fungos encontram-se entre os principais problemas para a produção e armazenamento de alimentos, e são caracterizados como mofo ou bolor e, biologicamente, como microrganismos multicelulares, eucarióticos, filamentosos e heterotróficos, pertencentes ao Reino Fungi. Atualmente, cerca de 2,2 milhões de espécies de fungos foram catalogadas, em animais e vegetais (EVALDT et al., 2020; SOUZA et al., 2017). As quais grande parte desempenham papel importante no ecossistema, como decompositoras de matéria orgânica, reciclando nutrientes, associando-se a raízes (micorrizas) (SOUZA et al., 2006; CALAÇA et al.,2020). E outras atuam como agentes patológicos, causando doenças em plantas e animais (CALAÇA, 2020).

Dentre as matérias-primas mais propicias a contaminação por fungos encontram-se o milho, semente de algodão e amendoim. Por conseguinte, o milho está entre as três culturas de maior importância econômica para o mundo e junto ao farelo de soja é a principal fonte alimentícia para os animais (SOUZA et al., 2017; PRESTES et al., 2019).

Fungos filamentosos podem produzir substâncias tóxicas, denominadas micotoxinas que representam um problema global devido aos malefícios que podem ocasionar (PRESTES et al., 2019; SOUZA et al., 2017; MAZIERO e BERSOT, 2010, IAMANAKA e BERSOT, 2010). No milho o principal fungo contaminante é *Fusarium* produtor de fumonisina, micotoxina letal para alguns animais (SOUZA et al., 2017; PRESTES et al., 2019).

Neste contexto, a presente revisão bibliográfica tem como objetivo abordar aspectos relevantes sobre as micotoxinas em silagem e ração destinados à produção animal, os fatores que afetam a conservação dos grãos e o desenvolvimento da microflora enfatizando os fungos micotoxigênicos durante o armazenamento e possíveis métodos de detoxificação de micotoxinas em alimentos para nutrição animal.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Fungos de Campo

Os fungos são considerados o segundo maior causador de deterioração de grãos, ficando atrás apenas dos insetos. Devido ao clima tropical, o Brasil é um país propício à proliferação de fungos. Fato que é agravado por práticas agrícolas inadequadas. Estes necessitam de um teor de umidade alta para se desenvolverem, afetando os grãos durante o período de amadurecimento. As vias de contaminação podem ocorrer por insetos, chuvas, ar, vestígios de colheitas anteriores (DINIZ, 2018).

O processo de infecção dos grãos em campo pode ser influenciada pelas condições ambientais como, temperatura, umidade relativa, chuvas durante a colheita, insetos, fungos já presentes no solo (BÜNZEN e HAESE, 2006; FONSECA, 2008; PERÍCAS et al., 2021).

Os principais gêneros dos fungos de campo que afetam grãos e sementes são *Cephalosporium, Fusarium, Gibberella, Nigrospora, Helminthosporium, Alternaria e Cladosporium*, contaminando os grãos antes da colheita (ROCHA et al., 2020). Quando ocorre a ingestão de alimentos contaminados, os fungos produzem metabólitos que acometem tecidos e/ou fluidos de hospedeiro (SANTOS et al., 2016).

Fungos fitopatogênicos em condições favoráveis desenvolvem estruturas que apresentam resistência, e são de difícil controle, pois suas estruturas conseguem sobreviver vários anos em contato com o solo. Necessitam de um teor de equilíbrio com umidade relativa que fique entre 90% a 100% para seu desenvolvimento (BUENO, AMBRÓSIO e SOUSA, 2006; LINS et al., 2014).

## 2.2 Fungos de armazenamento

Independentemente da espécie grãos ou sementes, estão passíveis de perda de qualidade fisiológica. O armazenamento pode ser realizado de duas maneiras a primeira de modo convencional e a segunda de forma a granel (ROCHA, 2020). Durante o armazenamento é importante que o alimento esteja em condições favoráveis, sendo realizada a secagem de forma correta dos grãos, controle de umidade e temperatura relativa e técnica de aeração quando necessário, para impedir o desenvolvimento da microflora (LORINI et al., 2015; RODRIGUES, et al., 2018; ZIMMERMANN et al., 2019).

Durante o armazenamento dos grãos, fatores intrínsecos à massa de grãos como temperatura, umidade, tempo de armazenamento, qualidade física e sanitária dos grãos, presença de insetos, contribuem para o desenvolvimento dos fungos, os quais em condições favoráveis conseguem se reproduzir (LAZZARI, 1997).

O armazenamento consiste em um processo cuja a finalidade básica é a manutenção da qualidade dos alimentos para que possam ser consumidos fora da época de produção. Enquanto os grãos estão armazenados, pode ocorrer processo de deterioração, em decorrência da contaminação antes e pós colheita. Como exemplo, podem ser citados agentes físicos, químicos e biológicos, os quais causam danos aos grãos e sementes, reduzindo sua matéria seca, poder nutritivo, o seu vigor e capacidade de germinação, podendo ocorrer perdas de 5% a 20% na produção em países desenvolvidos (ARENHARDT, 2015; SAITA e PANDOLFI, 2019; SOBRINHO, SANTOS e SILVA, 2020). Além da possibilidade de se tornarem tóxicos aos humanos e animais.

O armazenamento correto, a detecção das micotoxinas e de seus fungos produtores em alimentos armazenados se fazem necessários para o controle dos mesmos, evitando-se assim perdas qualitativas e quantitativas, prejuízos econômicos e a prevenindo doenças nos animais (ARENHARDT, 2015).

## 2.3 Micotoxinas

As micotoxinas são metabólitos tóxicos secundários de baixo peso molecular produzidos por certas espécies de fungos filamentosos, que exercem efeitos potencialmente negativos em animais e seres humanos (ZINEDINE, 2019).

Durante as etapas de pré-colheita e armazenamento, a infecção fúngica favorece o processo de deterioração em grãos, se as condições ambientais forem adequadas para o desenvolvimento de patógenos, principalmente temperatura e umidade. Fungos pertencentes aos gêneros *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Rhizoctonia* sp., *Stachbotrys* sp. e *Penicillium* sp. foram destacados como os maiores produtores de micotoxinas (CARDOSO FILHO et al., 2015).

Ruminantes são menos sujeitos a ação das micotoxinas, quando comparados aos monogástricos. Isso ocorre devido o ecossistema ruminal desses animais ser eficiente na ligação, degradação e desativação de moléculas tóxicas (NIDERKORN, 2007; FINK-

GREMMELS, 2008). No entanto, quando expostos a níveis de micotoxinas por longos períodos, podem apresentar sintomas clínicos de intoxicação, uma vez que tais substâncias tóxicas ocasionam efeitos acumulativos no organismo e dietas formuladas bastante variadas em sua composição tende a aumentar o risco de contaminação. Especificamente, se incluírem amido advindo de cereais, alimentos proteicos, subprodutos, feno, pastagem, milho forrageiro, pequenos grãos e silagens de sorgo (GALLO et al., 2013; GILBERTI et al., 2014, GLUBER-DOMINGER et al., 2019).

Micotoxinas na silagem de milho foi relatada por autores como Driehuis et al. (2008) deoxinivalenol, zearalenona e fumonisina, Shimshoni et al. (2013) zearalenona e fumonisina, Weaver et al. (2021) aflatoxina $B_1$, aflatoxina $B_2$, aflatoxina $G_1$, aflatoxina $G_2$, ocratoxina A, ocratoxina B, fumonisina $B_{1,}$ fumonisina $B_2$, fumonisina $B_{3,}$ deoxinivalenol, toxina T-2 e gliotoxina e outras micotoxinas emergentes (WEAVER et al., 2021).

Alguns fatores, como a espécie animal, raça, idade, sexo, nível de estresse e estado nutricional, influenciam a suscetibilidade dos animais à micotoxinas (BHAT, 2010). Porém, nem sempre os sintomas das intoxicações são aparentemente visíveis ou relacionadas às micotoxinas (WAMBACQ, et al., 2016).

Resíduos de quantidades mínimas de micotoxinas em produtos de origem animal representam um risco a saúde pública. Foi relatado que os resíduos permanecem absolutamente estáveis em leite cru e processado (MOHAMMADI, 2011; ADEGBEYE et al., 2019), ovo cozido (ALY e ANWER, 2009), carne (MATRELLA et al., 2006) queijo (PRADO et al., 2000; JAGER, 2013; SHEHAB et al., 2019; COSTAMAGNA et al., 2019) e produtos cárneos (TOSCANI et al., 2007; RODRÍGUEZ et al., 2012).

Técnicas de processamento como a pasteurização, resfriamento e congelamento, não são capazes de eliminar a aflatoxina $M_1$ (BOLANOS et al., 2003).

No México, 20% da fórmula de leite processado infantil apresentava níveis de aflatoxina $M_1$ na concentração de 40 ng $L^{-1}$, quantidade superior aos limites máximos requeridos pela União Europeia que é de 25 ng $L^{-1}$ para fórmula infantil (QUEVEDO-GARZA, 2020). No Brasil, os limites aceitáveis de $AFM_1$ no leite em pó é de 5 $\mu$g $L^{-1}$ (BRASIL, 2011), enquanto na União Européia é de apenas 0,025 $\mu$g $kg^{-1}$ (CE, 2006).

A presença da aflatoxina $M_1$ ($AFM_1$) no leite é resultado do consumo de alimentos contaminados pela aflatoxina $B_1$ ($AFB_1$) (MAGALHÃES, 2021). O processo de biotransformação da $AFB_1$ para $AFM_1$ em ruminantes ocorre no fígado por meio de uma reação de hidroxilação, que após a metabolização em $AFM_1$ se liga com sulfatos e ácido glicurônico (HUSSEIN e BRASELL, 2001). Esse novo composto de aflatoxina $M_1$ é altamente solúvel e excretado em vias como a bile, a urina e no leite desses animais (HUSSEIN e BRASELL, 2001; MURPLY et al., 2006; FINK-GREMMELS, 2008; GONÇALVES et al., 2015).

Kosicki et al. (2016), em pesquisa plurianual de micotoxinas em 1384 amostras de matérias-primas para rações e alimentos para animais, de 2011 a 2014 na Polônia,

constataram a predominância de zearalenona e deoxinivalenol de 89% a 92% nas 295 amostras de milho, de 97% a 98% nas 466 amostras de pequenos grãos e de 86% a 88% nas 143 amostras de silagem de milho. Além disso, nesse mesmo estudo foi possível detectar a incidência de tricotecenos e zearalenona em 90% das 480 amostras completas de ração. Os autores inclusive relataram que 24 amostras de todo conteúdo analisado excederam os limites máximos tolerados de micotoxinas pela legislação da União Européia, indicando que, tanto os alimentos quanto as matérias-primas destinadas à alimentação animal, encontravam-se contaminados por metabólitos secundários de fungos filamentosos, contendo na maioria dos casos múltiplos compostos de interesse, aumentando o risco de toxicidade.

A produção das micotoxinas geralmente acontece quando os fungos se encontram sujeitos a condições de estresse celular, sendo a incidência associada no campo às mudanças nas condições climáticas, ataque de pragas e inúmeros outros fatores que contribuem para a perda de vigor da planta, submetendo-a a colonização por fungos toxigênicos e nos grãos armazenados devido a interação entre umidade relativa do ar, temperatura, tipo de substrato, taxa de respiração, concentração de $CO_{2,}$ presença de insetos e fungos (SANTIN et al, 2005).

### 2.3.1 Aflatoxina

A partir da década de 1960, as aflatoxinas começaram a ganhar importância econômica, após a mortandade no Reino Unido de mais 100.000 de perus e milhares de patos de forma repentina mediante a ingestão de torta de amendoim contaminada proveniente do Brasil (IONGH et al., 1962).

Blont (1961), ao investigar a mortalidade das aves nas diferentes regiões do surto em Londres, verificou a similaridade de ligação dos efeitos tóxicos e assimilou com as rações fornecidas as aves que foram submetidas as análises química, biológica, evidenciando a ocorrência de enterite e descartando o diagnóstico por não ter identificado exatamente o agente infeccioso da doença, classificando-a como *Tukey* X *Disease*.

Posteriormente, Sargeant et al. (1961), também em território detectaram o fungo produtor da toxina responsável pelo efeito tóxico em suínos, bovinos, perus e marrecos. Observaram que o fornecimento 20 $\mu$g de solução cristalina obtida da purificação de extratos tóxicos da torta de amendoim, acarretou na morte de inúmeros marrecos, 24h depois do consumo. Nas autopsias foram detectadas lesões no fígado, levando a suspeita de intoxicação causada por fungos que foram isolados, repicados em meio de cultura e adicionados na torta de amendoim que fornecida aos marrecos resultou novamente em mortes por lesões no fígado, permitindo assim, a identificação do agente etiológico da micotoxicose como *Aspergillus flavus* e o metabólito nocivo como aflatoxina (RICHARD, 2012).

Os principais compostos produzidos pelas espécies de *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* foram identificados como Aflatoxina $B_1$, Aflatoxina $B_2$, Aflatoxina $G_1$ e Aflatoxina $G_2$ (GARON et al., 2006; RICHARD et al., 2009), sendo a $AFB_1$ considerada a micotoxina de maior potência toxigênica e a mais abundante (LEESON et al., 1995).

Em todas as espécies animais, o fígado é o principal órgão afetado pelos efeitos deletérios da $AFB_1$. A exposição a longo prazo causou diminuição na taxa de ingestão da ração, redução na produção de leite e ovos, maior vulnerabilidade a doenças, redução no ganho de peso, teratogenicidade e carcinogenicidade (RICHARD et al., 2003). Essa toxina atua inibindo a síntese de DNA e RNA mensageiro (BUTLER e NEAL, 1977), impedindo a transcrição (MELO, 1999). Devido os metabólitos da AFB1 se ligarem covalentemente ao DNA na posição $N_7$ da guanina (LOPES et al., 2005) produzindo o aduto AFB1-$N_7$- guanina (RUSHING e SELIM, 2018). Entre os epóxidos formados, apenas o isômero exo (AFB1-exo-8,9-epóxido) apresenta genotoxicidade (GUENGERICH et al., 1998).

As aflatoxinas ocorrem em uma série de matérias-primas destinadas a fabricação de rações animais, principalmente, milho, amendoim e sementes de algodão (CHEEKE e SHULL, 1985; ZAKI et al., 2012). Fungos produtores de aflatoxina colonizam grãos como o milho no campo quando encontram condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento. A suscetibilidade da safra de grãos a ação de fungos toxigênicos pode ser intensificada pelo ataque de insetos (RICHARD, 2007). Grãos de milho podem reunir níveis de até 400 $\mu$g $kg^{-1}$ de uma aflatoxina (SHOTWELL et al., 1975).

Ademais, muitos países em desenvolvimento não possuem estrutura para armazenar grandes quantidades de alimentos em condições secas e de temperatura controlada, por consequência a incidência por $AFB_1$ torna-se comum durante a etapa de armazenamento (KLICH, 2007). Em um estudo conduzido na República Democrática do Congo, 32% das 50 amostras de milho analisadas na pré-colheita apresentaram níveis de 1,5 a 51,23 $\mu$g $k^{-1}$ para $AFB_1$ (KAMIKA et al., 2016).

Alonso et al. (2013) verificaram elevada incidência de espécies de fungos patogênicos destacando-se as espécies de *A. flavus*, *A. parasiticus, A. fumigatus, A. terreus, A. niger, A ochraceous, A. versicolor, F. graminearum, F. verticillioides, F. solani, F. equiseti, F. oxysporum, F. culmorum, P. roqueforti*, *P. paneum, P. griseofulvum, P. crustosum, P. brevicompactum, P. purpurogenum, Monascus ruber, Byssochlamys nivea, Cladosporium sp., Mucor sp., Acremonium sp., Mycelia sterilia, Mucor circinelloides v.* Tiegh*., M. racemosus, Rhizopus stolonifer, Paecylomices variotti e Scopulariopsis sp.* Na silagem de milho, ingrediente frequentemente utilizado na suplementação da dieta de ruminantes. Keller et al. (2013) observaram que durante o preparo da ensilagem e fase de abertura do silo, *A. flavus* foi a espécie do gênero *Aspergillus* encontrada em maior predominância em amostras advindas de propriedades particulares dos estados de São Paulo e do Rio de Janeiro.

Frangos de corte, expostos a $AFB_1$, demonstraram atividade limitada no metabolismo

de aminoácidos e na formação de enzimas lisogênicas (BRYDEN et al., 1979). Vários estudos indicaram que vacas em lactação são mais predispostas a incidência de aflatoxicose, em função da Aflatoxina $B_1$ ser convertida em Aflatoxina $M_1$ e transferida para o leite desses animais (ROBENS e RICHARD, 1992; DIAZ et al., 2004; IMRAN et al., 2020).

Em outro estudo, desenvolvido com ovinos foi relatado que a dieta experimental a base de cevada 51,4%, milho 20,5%, grãos de soja 13,8%, alfafa desidratada 10,3%, carbonato 2,1% gordura 1,0%, sal 0,5% e pré-mistura de vitaminas e minerais 0,4% contendo níveis de 2,5 mg/kg de aflatoxina por 21 dias, resultou a sintomas clínicos de metabolismo mineral alterado, hepatotoxidade, nefrite e redução da concentração do material mineral plasmático (RAMOS et al., 1996).

As aflatoxinas são compostos extremamente estáveis a ação do calor, suportam temperaturas que excedem 200 ºC e também não são afetadas pelo frio (PÁDUA, 2002).

A Agência Internacional de Pesquisa do Câncer (IARC), classificou as aflatoxinas como carcinógenos do Grupo I (IARC, 2012). A Comissão Européia estabeleceu um limite máximo tolerável de $AFB_1$ de 20,0 mg em matérias-primas para alimentação animal (RODRIGUEZ-BLANCO, 2021).

### *2.3.2 Fumonisina*

As fumonisinas são metabólitos biossintetizados por espécies do gênero *Fusarium,* preferencialmente, *Fusarium verticillioides*, *Fusarium proliferatum* (SOARES et al., 2013), embora a espécie *Alternaria alternata* do gênero *Alternaria spp*. também seja capaz de produzir esta toxina em menores proporções (RHEEDER, 2002).

Segundo algumas informações controversas encontradas na literatura, diferentes espécies de Fusarium spp. podem interagir entre si, desenvolvendo atividades sinérgicas que levam a produzir a infecção (PICOT et al., 2012; GIORNI, 2019). Em plantas de milho, diferentes são as rotas utilizadas por *Fusarium* spp. para ocasionar a infecção. Algumas espécies têm preferência pela infecção primária por meio das sedas, outras utilizam-se da infecção secundária através da porta de entrada deixada por insetos quando danificam os grãos e por fim outras aderem a transmissão sistêmica via sistema radicular (MUNKVOLD, 1997; MUNKVOLD, 2003). Estes fatores evidenciam a dificuldade e a complexidade da prevenção e do controle de *Fusarium* no milho, uma vez que a contaminação é inevitável (PRESTES et al., 2019).

Os compostos tóxicos da fumonisina são classificados em 16 tipos: (FB1, FB2, FB3, FB4, A1, A2, A3, AK1, C1, C3, C4, P1, P2, P3, PH1A e PH1B) (POZZI et al., 2002). No entanto, a FB1 e FB2 são as mais importantes em consequência de sua ocorrência e toxicidade (SHEIK ABDUL,2020). Cerca de 70% do montante das fumonisinas encontradas em alimentos contaminados, equivalem a FB1 (PRESTES et al., 2019).

Alguns estudos mostraram que a ingestão da fumonisina B1, afetou a produção de

leite e reduziu o consumo da ração (RICHARD et al., 1996; DIAZ e ESPITIA, 2006; FINK-GREMMELS, 2008).

A estrutura química das fumonisinas é formada por diésteres de ácido tricarbalilico com uma espinha dorsal do álcool que é bastante similar à esfingosina (SHEPHARD,1990). Tal semelhança explica a ação competitiva desta molécula para com a enzima ceramida sintase (Cers) e seu potencial de reduzir parcialmente o metabolismo de esfingolipídios (RILEY e MERRILL, 2019). As alterações fisiológicas na formação dos esfingolipídios, resulta no acúmulo de esfinganina e esfingosina, que desencadeia o mecanismo tóxico agudo e carcinogênico das fumonisinas (BROWN et al., 2001).

Nos animais as fumonisinas ocasionam danos oxidativo nas proteínas, DNA e lipídeos, levando a desenvolver características tóxicas de citotoxidade, genotoxicidade e carninogênese, as quais afetam a saúde e consecutivamente o desempenho produtivo (GAGNÉ, 2014; SOUSA et al., 2020).

Latorre et al. (2015) relataram que grande parte das fumonisinas contaminantes da silagem de milho encontravam-se presentes em um formato oculto. Portanto, são dificilmente detectadas na ánalise de rotina, devido a alteração da forma, havendo entretanto possibilidades de serem liberadas no sistema digestivo de mamíferos (DALL' ASTA, 2010).

### *2.3.3 Zearalenona*

O termo zearalenona provém do fungo "*Gibberella zeae*", forma anamórfica de *F. graminearum* (ZINEDINE et al., 2007). É uma micotoxina produzida por fungos do gênero Fusarium *F. graminearum, F. crokwellense, F. culmorum, F. semitectum e F. equiseti* (BENNETT e KLICH, 2003; RICHARD, 2007), que ocorre naturalmente em diversos países, desenvolvendo-se preferencialmente em substratos como milho, cevada, trigo e ração animal (PLACINTA et al., 1999). Geralmente, surge de forma simultânea com o DON, em função de ser biossintetizada pelo mesmo gênero fúngico. No entanto, quando comparada ao DON é encontrada em menores concentrações (SOARES et al., 2013).

Apresenta baixa solubilidade em água, boa estabilidade térmica bem como maior estabilidade nos solventes orgânicos (PLACINTA et al., 1999). Sua estrutura química é formada por uma lactona de ácido 2,4-di-hidroxibenzoico composto sem estrutura esteroide (MALLY et al., 2016).

As zearalenonas são produzidas sob temperaturas de 20 a 25ºC, com umidade superior a 20% por um período de até 3 semanas (BOEIRA, 2012).

Na literatura tem sido sugerido que zearalenona possui duas importantes rotas metabólicas de biotransformação no organismo dos animais. A primeira rota consiste na hidroxilação resultante da formação de a-zearalenol (a-ZEA) e b- zearalenol (b-ZEA) que hipoteticamente é catalisada por 3-a e 3-b hidroxiesteroides desidrogenalises (HSDs). A segunda rota está relacionada a conjugação de ZEA com seus metabólitos reduzidos junto

ao ácido sulfônico ou glucurônico, sendo a enzima uridina difosfato glucuronil transferase responsável pela catalisação (OLSEN et al., 1981).

Entretanto, existem diferenças consideráveis no perfil metabólico de ZEA entre as espécies animais. No estudo de Malekinejad et al. (2006) foi possível verificar majoritariamente que nos bovinos b-ZEA é o composto intermediário hepático dominante, enquanto nos porcos a ZEA é convertida principalmente em a-ZEA. Além disso, também foi indicado por Yang et al. (2017) que nas galinhas β-ZEL é o metabólito predominante.

O efeito tóxico da zearalenona em bovinos baseia-se principalmente nos distúrbios reprodutivos (ZINEDINE et al., 2007; MINIERVINE, 2008), como infertilidade em vacas, hiperestrogenismos e consequente menor taxa de concepção (D'MELLO et al., 1999). A concentração de 1 mg/ kg de ZEA na dieta de porcas de primeiro estádio pode induzir a síndrome estrogênica (MALEKINEJAD et al., 2006), que prejudica grandemente o trato reprodutivo e as glândulas mamárias (DEVREESE et al., 2015). Chen et al. (2019) observaram que 2 mg/kg de zearalenona reduziu o crescimento de frangos de corte, aumentou o tamanho do fígado e gerou acondroplasia.

Zhu et al. (2016), relataram o aumento da concentração de AST e Alamina aminotransferase no soro de frango, devido ao teor de 2 mg/kg de ZEA na deita e diminuição da produção de enzimas antioxidantes, albumina e proteína total.

### *2.3.4 Deoxinivalenol (DON)*

Espécies de *Fusarium tricincum*, *Fusarium nivale*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium roseum*, *Fusarium culmorum* e *Fusarium poae*, produzem o deoxinivalenol (DON) coloquialmente também conhecido como vomitoxina, sob condições de alta umidade e períodos curtos de seca (OGUNADE et al., 2018).

O DON inibe a síntese de proteínas eucarióticas (PESTKA, 2007), devido ligar-se a enzima pepitidil transferase nos ribossomos (SWAMY et al., 2003; AZIZI et al., 2021). A contaminação por DON pode ocasionar a redução na absorção de glicose no trato gastrointestinal por meio da supressão do transportador de glicose (SGLT1). Contudo, esse transportador é indispensável tanto na absorção da glicose quanto na reabsorção de água. Diante disso, a diarreia é provocada pela eliminação do transportador SGLT1 (GRENIER, 2013).

Outros sintomas associados a intoxicação por DON são, redução na taxa de ingestão da ração (VANDIKE et al., 2019), vômito e diminuição da produção do leite em gado leiteiro (MARASAS et al., 1984).

Foi relatado que a presença de DON a 12, 21 μg/ kg na dieta de frangos de corte aos 21 dias de idade afetou o desempenho desses animais (YUNUS et al., 2012). Estudos testificaram que concentrações superiores a 1μg/g de DON são potencialmente tóxicas para suínos (RICHARD, 1998; KHARAYAT et al., 2018).

Vários estudos também mostraram que o DON é uma das micotoxinas mais comuns encontradas na silagem (STORN et al., 2008; GALLO et al., 2015, COGAN et al., 2016, KOSICKI et al., 2016). Além disso, o DON é bastante termoestável, apto a suportar temperaturas de 150 a 350ºC (SCHATZMAYIR e STREIT, 2013; ZHOU et al., 2020).

### *2.3.5 Ocratoxina*

A ocratoxina é produzida por inúmeras espécies dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, especificamente, *A. niger*, *A. carbonarius, A. ochraceus* (KHATOON; ABIDIN; BHATTI 2018), *A. alliaceus, A. melleus, A. ostianus* (ROCHA, 2014*), A. auricomus*, *A. citricus*, *A. petrakii*, *A. glaucus*, *A. fonsecaeus* (NOGUEIRA, 2006; ANDRADE, 2015) e *P. verrucosum, P. nordicum* (GIL-SERNA et al., 2018) *P. cyclopium*, *P. variable*, *P. viridicatum* (SERRANO-COLL, 2015).

Cereais como o trigo, amendoim, milho, aveia e sorgo podem ser facilmente contaminados pela ocratoxina. Além, de subprodutos de origem animal como ovo, leite, queijo e produtos cárneos (MALIR et al., 2016).

Dentre os tipos existentes de Ocratoxina A, B, C, alfa e beta, a OTA (ocratoxina A) é considerada a mais tóxica de todas. As condições propícias para a produção de ocratoxina variam de acordo com a espécie fúngica e fatores ambientais (RINGOT, 2006). Por exemplo, em países de clima tropical, *A. ochraceus* para promover o crescimento micelial necessita de temperatura em torno de 8 a 37ºC (SWEENWEY & DOBSON, 1998) e atividade de água no substrato entre 0,77 a 0,83. Porém, a produção de OTA só ocorre quando a quantidade de água presente no alimento possui umidade de 0,83 a 0,87(BEAUCHAT, 1981). Já em países de clima temperado frio, as espécies de *Penicillium* biossintetizam esses compostos sob temperaturas abaixo de 5ºC (TOLA e KEBEBE, 2016).

Quimicamente, apresenta uma porção di-hidrocumarina ligada a uma molécula de L-β-fenilalanina via uma ligação amida (RINGOT et al., 2006). Trata-se de um composto moderadamente estável que não é facilmente degradado em procedimentos comuns de processamento de alimentos (BOUDRA et al., 1995; EFSA, 2006).

Está toxina perturba a síntese proteica, RNA, DNA e no metabolismo de carboidratos principalmente na gliconeogenese (CORRÊA, 2007).

Em animais a OTA provoca câncer nos rins, fígado, glândulas mamárias e testículos (HOPE, 2012). Suínos, são extremamente sensíveis a essa micotoxina (DILKIN, 2002), o rim é o órgão mais afetado pela OTA (POPESCU et al., 2021). Estudos experimentais, observaram a ocorrência de OTA nos tecidos de suínos, após um período de 1 e 3 meses do término da exposição (KROGH et al., 1973; STOEV et al., 2001).

Na União Européia o limite máximo tolerado de OTA em carne suína difere de país para país. A Dinamarca estabeleceu um limite de 10,0 µg kg para fígado e rins de porco (HORT et al., 2018), enquanto na Romênia o valor admitido para a carne é de 5 µg kg. A

média que na Itália o limite de concentração de OTA para carne suína é de apenas 1 µg kg (DUARTE et al., 2010).

Já, nas rações destinadas a alimentação animal os níveis aceitáveis é de 50 µg kg (MARIN et al., 2017). Um estudo realizado com 74.821 amostras de rações coletadas em 100 países de 2008 a 2017 detectou a presença de ocratoxina em 15% das amostras (GRUBER-DOMINGER et al., 2019). Os autores constataram que a formação das micotoxinas na África, Ásia e Sudeste Asiático, é influenciada pelas mudanças climáticas.

A IARC classificou a OTA como carcinógeno do GRUPO 2B (RÁDULY et al., 2020).

### *2.3.6 Gliotoxina*

A gliotoxina é produzida principalmente pela espécie *Aspergillus fumigatus*, que se trata de um patógeno oportunista que desenvolve quadros sintomáticos de doenças respiratórias que podem causar danos em humanos e animais (ALONSO et al., 2013). Outras espécies como *Penicillium* (RICHARD et al., 1994), *Gliocládio* (WIHITE e STRANEY, 1996) e *Candida* (SHA et al., 1995) também são capazes de produzir esse metabólito altamente tóxico.

Na literatura isolados de gliotoxina foram encontrados em tecido de animais como úbere bovino (BAUER et al., 1989). Em um estudo conduzido na Argentina por Pena et al. (2014) várias cepas de *A. Fumigatus* foram isoladas na ração equina, na ração animal e na silagem de milho. Ambos alimentos apresentavam concentrações elevadas de gliotoxina.

A incidência de gliotoxina na silagem de milho também foi relatada por autores como Garon et al. (2006); Pereyra et al. (2008); Richard et al. (2009).

A presença da gliotoxina no ambiente animal e cadeia alimentar, é um problema grave que pode trazer riscos para a saúde e desempenho produtivo dos animais. Assim, como potencializa o risco de exposição direta a toxina, em trabalhadores rurais, após o manuseio e armazenagem de alimentos contaminados (PENA et al., 2015). *A. fumigatus* é uma espécie que produz inúmeros esporos que podem ser facilmente dispersados no ar, em consequência disso, tanto para humanos quanto para animais a possibilidade de contaminação é alta (WENEHED et al., 2002).

Gordon et al. (1993) observaram que trabalhadores rurais após manipularem ração mofada apresentaram quadro sintomático de síndrome neurológica ocasionado por micotoxinas tremogênicas produzidas por *A. fumigatus.* O pulmão é o principal órgão afetado pelos efeitos deletérios da gliotoxina, por possuir maior aeração e maior quantidade de oxigênio, e essas condições são adequadas para a produção desse metabólito por A. fumigatus (KAMEI, 2005).

Foi relatado que feno contaminado por gliotoxina intoxicou camelos na concentração de 0,495 *µ*g/g (GAREIS e WERNEY, 1994). Além disso, alguns estudos testificaram que aves e equinos são mais suscetíveis aos efeitos da gliotoxina (PENA et al., 2010; PFLIEGLER et

al., 2020). Também foi demonstrado que a gliotoxina pode ser produzida in vivo em alguns animais, através do trabalho de Reeves et al. (2004) foi detectada a presença de gliotoxina em corpos de larvas de animais contaminados experimentalmente por Galleria mellonella.

A estrutura química da gliotoxina possui, um epipolythiodioxopiperazine identificado pela existência da ponte dissulfeto transalunar, responsável pelos efeitos tóxicos dessa micotoxina (UPPERMAN et al, 2003; PENA et al., 2015).

#### *2.3.7 Toxina- T2*

A toxina T-2 pertence ao grupo dos tricotecenos. De modo geral, o quadro de intoxicação nos animais acontece após a ingestão de ração contendo grãos, feno e palha contaminados por *F. sporotrichioides* e *F. poae* (BOUDERGUE et al., 2009; BERTERO et al., 2018). Afeta o desempenho das aves provocando placas caseosas amarelas na comissura do bico e na mucosa do palato duro (KOSICKI et al.,2016), redução na produção de ovos devido a menor reposta imunológica, padrões alterados de pernas e perda de peso (OGBUEWU, 2011).

Temperaturas entre 6 a 24º C e alta umidade favorecem a produção da T-2. Assim como outros tricotecenos a toxina T-2 age sobre a síntese de proteína, causando inibição na síntese de DNA e RNA. Perturbando funções fisiológicas importantes relacionadas a divisão celular (RICHARD, 1991). Células do epitélio intestinal são extremamente sensíveis a exposição aos tricotecenos (ALASSANE-KPEMBI et al., 2013). Em gado leiteiro a toxina T-2 causa recusa do consumo da ração, gastroenterite, hemorragia intestinal e morte (EFSA, 2011; TAHEUR et al., 2019; HAQUE et al, 2020).

## 3 | FATORES QUE INFLUENCIAM A CONTAMINAÇÃO EM GRÃOS ARMAZENADOS

O desenvolvimento fúngico pode ser evitado mantendo o teor de água, temperatura e as taxas de oxigênio em níveis ideais, sendo necessário o controle das impurezas e a areação da massa de grãos armazenados, visando manter a uniformidade da temperatura e umidade (SANTOS, 2006). Por outro lado, a formação de micotoxinas depende da umidade, temperatura, oxigênio, substrato, integridade do grão, número de fungos, o desenvolvimento e o tempo de interação dos fungos (PEREIRA et al., 2008).

Temperatura, umidade e taxas de oxigênio na massa de grãos são as variáveis que devem ser mais consideradas na produção fúngica e formação de micotoxinas, estas variáveis estão intrinsicamente interligadas, sendo necessário o controle total da presença destas nos grãos armazenados (FARONI, 1998).

Para evitar o desenvolvimento de fungos é necessário manter o teor de água, temperatura e as taxas de oxigênio em níveis ideais, fazendo-se necessário o controle das impurezas e a aeração da massa de grãos armazenados, com vistas a manter a

uniformidade da temperatura e umidade (SANTOS, 2006). Alternativamente, a formação de micotoxinas depende da umidade, temperatura, oxigênio, substrato, integridade do grão, número de fungos, desenvolvimento e tempo de interação dos fungos (PEREIRA et al., 2008).

Contudo os fatores que mais devem ser considerados na produção fúngica e formação de micotoxinas são temperatura, umidade e taxas de oxigênio na massa de grãos armazenados. Estes fatores estão fortemente relacionados, sendo necessário o controle total da ocorrência destes em grãos sob armazenamento (FARONI, 1998).

## 3.1 Umidade

O teor de água dos grãos é uma variável que restringe o desenvolvimento do fungo, que é um dos principais deterioradores dos grãos armazenados. O conteúdo de água livre nos cereais durante e após a colheita, na maioria dos casos, determina indiretamente a qualidade dos grãos.

Para o armazenamento seguro de grãos, os seguintes pontos são importantes ser considerados: teor de umidade inferior a 13% para inibir o crescimento da maioria dos microrganismos; teor de água inferior a 10% limita grande parte do desenvolvimento de pragas de grãos armazenados; e a maior uniformidade possível do teor de umidade do grão, isso porque raramente são distribuídos uniformemente e varia de uma estação para outra, de uma zona climática para outra, o que torna um recurso difícil de controlar (DI CASTRO, et al., 2015).

Em espécies de fungos, podem variar as exigências de umidade, tanto no intervalo no qual irão predominar quanto o limite inferior de crescimento. Para grãos, os níveis mais baixos de umidade que possibilitam a ocorrência de fungos de armazenamento comuns se divergem conforme a espécie: *Aspergillus halophilicus*, de 13,0 a 13,2%; *A. restrictus*, de 13,2 a 13,5%; *Aspergillus amstelodami*, *Aspergillus chevalieri*, *Aspergillus repens* e *Aspergillus ruber*, 14,0 a 14,2%; *Aspergillus candidus* e *Aspergillus ochraceus*, 15,0 a 15,2% e *Aspergillus flavus*, 17,5 a 18,0%. Peritécios do *Aspergillus amstelodami*, *Aspergillus chevalieri*, *Aspergillus repens* e *Aspergillus ruber* são gerados em grãos de cereais quando o nível de umidade, destas estruturas forem menores que 15,5%, e peritécios dificilmente são produzidos quando o teor de umidade do grão é maior que 17,0%, uma vez que, neste teor de umidade há a predominância de outros fungos (CHRISTENSEN e KAUFMANN, 1965).

## 3.2 Temperatura

Tem um papel importante no desenvolvimento do micélio, na produção e germinação dos esporos (SAMSON, et al., 2000). Segundo Dhingra (1985); Christensen e Kaufmann (1965) a temperatura ideal para o crescimento de grande parte dos fungos de armazenamento é de 28 a 35 ºC e um mínimo de 0 a 5ºC, algumas espécies de *Penicillium*,

frequentes em grãos, se desenvolvem lentamente sob as temperaturas de -5 a 0ºC, contudo para que isso ocorra, os grãos devem apresentar teor de umidade em equilíbrio de 100% com a UR (umidade relativa).

Para a espécie *Aspergillus flavus* a infeção nos grãos pode se apresentar caso a umidade em equilíbrio se mostra em 85% com a UR, o que representaria 18% de teor de umidade nos grãos de milho a 25-30ºC. O fungo é incapaz, abaixo destes valores, de contaminar os grãos. Crescem paulatinamente, em temperaturas abaixo de 10 ºC, fungos, que incidem grãos em equilíbrio com 85% UR (DHINGRA, 1965).

### 3.3 Taxas de Oxigênio

A quantidade de oxigênio, adicionada ao teor de água é provavelmente o parâmetro químico mais importante, uma vez que afeta o crescimento e desenvolvimento da maioria dos organismos nocivos aeróbicos. Os fungos necessitam de oxigênio livre para crescerem, em razão disto, os grãos precisam ser armazenados hermeticamente ou manipulado em razão da estrutura do local de armazenamento (DI CASTRO, et al., 2015).

A armazenagem hermética de grãos, secos ou úmidos, consiste na diminuição do oxigênio presente no ecossistema de armazenamento a índices letais ou limitantes para os organismos vivos, esta redução pode ser obtida espontaneamente por meio do processo respiratório dos grãos e organismo presentes, ou forçadamente, com uso de $N_2$ e ou $CO_2$, com a supressão de $O_2$, por meio da exaustão de ar, ou com a queima de velas, algodão ou outro material, dentro do recipiente, onde reduz o $O_2$ e acumula $CO_2$ (ELIAS et al., 2017).

## 4 I MÉTODOS DE DETOXIFICAÇÃO DE MICOTOXINAS EM ALIMENTOS PARA DIETA ANIMAL

Os protozoários são os principais microrganismos responsável pela desintoxicação de micotoxinas em ruminantes (GONÇALVES et al., 2020). A intensidade da degradação de micotoxinas no rúmen, não acontece de forma permanente, e varia muito em decorrência da característica física do alimento e do tempo de permanência no pré-estomago (KHITSKA e GERARD, 2019). Como esse processo nem sempre é eficaz, metabólitos tóxicos podem ser excretados no leite (JOUANY e DIAZ, 2005). De acordo com alguns pesquisadores, o conteúdo de micotoxinas encontrados na secreção da glândula mamária de ruminantes pode variar entre 0,3% a 6,2%, da quantidade recepcionada no trato do aparelho digestivo de bovinos em lactação (CREPPY, 2002; TEKINŞEN e TEKINŞEN, 2005).

Intencionando a redução dos efeitos nocivos advindos das aflatoxinas, há essencialmente, três formas possíveis de evitá-los: a detoxificação do alimento, prevenir e/ou reduzir a propagação no alimento, e a não assimilação das micotoxinas via trato digestório dos animais (CARÃO et al., 2014). Contudo, seja qual for a forma de descontaminação utilizada, atender alguns fatores básicos: a micotoxina precisara ser destruída através da modificação em substâncias não-tóxicos; deverá erradicar os esporos e o micélio com intuito

de não de produzir novas toxinas; a ração deve manter seu valor nutricional e conservar-se palatável; os atributos físicos do alimento cru deveram permanecer inalterados ou pouco alterado, e viabilidade econômica deve ser observada (BATA e LÁSZTITY, 1999).

## 4.1 Irradiação

Técnica simples, que nada mais é que a submissão dos materiais a secagem por meio da exposição solar. Gowda et al. (2007) observaram a diminuição de 83,7% de aflatoxina B1 em alimentação de ovinos contaminada intencionalmente e submetidas à luz solar por 14 horas, sob temperaturas variando entre 27 e 35°C.

Trabalhos propõe que à radiação gama sob os fungos os torna mais vulneráveis, e seu aumento sob forma de micotoxina reduz após a irradiação. Experimento testando a ação da radiação gama sobre a persistência dos fungos da espécie *Aspergillus flavus* e a erradicação das aflatoxinas B1 e B2, atestou que há diminuição do número de povoamento de fungos e a eliminação parcial das toxinas sob 2 e 5kGy de radiação, assim como a erradicação total de contaminação sob 10 kGy de irradiação na cultura do milho que foi intencionalmente contaminado com umidade relativa entre 97-99% e água em atividade de 0,88-094% (AQUINO et al., 2005).

## 4.2 Inativação química

Métodos químicos visam degradar ou inativar as micotoxinas, por meio do uso de ácidos, bases aldeídos, agentes oxidantes e gases (NORRED, 1993). Agentes de cingemento e substâncias clorantes tem sido avaliado quanto sua eficiência de controlar micotoxinas em grãos armazenados (HE et al., 2010). No entanto, um pequeno número destes são eficientes, em não reduzir o valor nutricional ou palatabilidade da ração (KOLOSOVA e STROKA, 2011).

Sobre a diminuição do valor nutricional dos alimentos e rações submetidas a técnica de detoxificação por inativação química é registrado que se pode produzir derivados tóxicos, sendo este o principal limitador do uso da técnica na cadeia alimentar animal (KABAK et al., 2006).

No entanto, estudo realizado por Carão et al. 2014, observou que a inativação química das aflatoxinas pode ser feita por meio de compostos que induzam alterações químicas irremediáveis na molécula, e que não provoquem toxidez aos seres vivos (CARÃO et al., 2014).

A descontaminação química, requer não somente instalações adequadas, mas ainda tratamentos adicionais como limpeza e secagem dos grãos o que torna o processo caro e demorado (HE et al., 2010).

## 4.3 Detoxificação por meio de solventes

Na literatura, são relatados os solventes comuns para extração de micotoxina que incluem 90% de acetona 80% de isopropanol, metanol e acetonitrila (ISMAIL et al., 2018).

Metanol-acetonitrila foi utilizado como solvente de extração para lixiviar micotoxina em grãos de trigo e milho armazenados (PALLARONI et al., 2002). Contudo, a técnica de extração por solventes tem limitações, como custo elevado, requerimento de equipamentos de processamento em grande escala e poluição ambiental. E ainda, é observado que o valor nutricional e a qualidade dos grãos podem ser comprometidos durante o processo de extração (WU et al.,2021).

Vários solventes tem sido utilizados para extração e purificação de aflotoxinas em alimentos. A extração de aflotoxinas com clorofórmio apresenta bons resultados na descontaminação, especialmente em grãos de café e em rações animais, no entanto o método é muito demorado. A extração de metanol também é usada para detoxificação e aflotoxinas em nozes e cerais. Levando em consideração a extração por acetonitrila, esta é especialmente usada em frutas secas e especiarias. A presença de pequena quantidade de água associada a solvente orgânico umedece o substrato e aumenta a difusão do solvente orgânico nas amostras, resultando na extração da aflotoxina (JUBEEN et al., 2020).

Liao et al. (2015) detectaram que o método de extração por solvente de aflotoxinas em amostras de castanhas resultou em poucas modificações, as amostras de nozes moídas, foram obtidas aleatoriamente durante a 1ª, 2ª, 4ª e 12ª semanas de armazenamento, e submetidas a uma solução de água acetonitrila por agitação em 30 minutos.

## 4.4 Tratamento térmico

Com auxílio de calor realiza-se o tratamento térmico. A quantidade de calor utilizada é dependente do valor de contaminação primaria, temperatura e período de submissão ao aquecimento, tipo aflatoxina, alimento, umidade, pH e nível nutricional do alimento, também devem ser considerados. Um fator limitador é a quantidade de umidade, grãos com elevada umidade e apresentando contaminação podem apresentar facilidade de inativação por meio do calor (RUSTO, 1997).

Inativação térmica, como fervura, aquecimento por micro-ondas e irradiação usando radiação ultravioleta foram observados para inativar micotoxinas ou reduzir seus níveis em alimentos e rações. Neste sentido foi observado a redução de micotoxina em farinha de amendoim, no entanto esta técnica é possivelmente ineficaz por si só, visto que para ocratoxinas, por exemplo, se mostra tolerante ao calor entre 80 a 121° (SUMBAL et al., 2016).

Estudo realizado utilizando o tratamento térmico observou que este é capaz de gerar reduções vantajosas na propagação de aflatoxina B1 em aveia em condições naturais, durante 30, 60, ou 90 minutos sob temperatura de 200°C e umidade maior que 80%, em condição de 2,45 GHz por 120 segundos (HWANG e LEE, 2006).

Outro tratamento térmico é a extrusão, vastamente utilizado pela indústria na produção de vários alimentos. Para erradicar ou controlar aflatoxinas, as formas de cozedura por extrusão necessitam ser severas, com elevada temperatura e cisalhamento e

adequado pH, com vista a construir um ambiente ideal no tambor.

Experimento avaliando farinhas de amendoins espontaneamente acometido por aflatoxinas e submetido a extrusão sob umidade de 35%, observou diminuição de 59% no número de aflatoxinas identificáveis por HPLC (Cromatografia Líquida de Alta Performance), com valor nutricional proteico do alimento sem perda (SAALIA e PHILLIPS, 2011).

Radiações não ionizantes como ondas magnéticas, micro-ondas, radiações ultravioletas - UV e luz visível são mecanismos conhecidos que levam a mudanças nas temperaturas causando degeneração dos compostos químicos resultando na detoxificação. A maioria dessas radiações não prejudicam os organismos vivos e são menos nocivas ao homem e aos animais. Contudo, as radiações UV são conhecidas por causar danos ao DNA, e a exposição a ele, pode acarretar algumas mutações (SAMUEL et al., 2021).

A eficiência dos sistemas de inativação térmica utilizados para a descontaminação de micotoxinas depende de vários fatores, tais como o tempo de exposição a temperatura, teor de umidade e tipo de alimento (WU et al.,2021).

### 4.5 Amonização

Tratamento com amônia em solução, em forma de gás ou com substâncias competentes para liberá-la, atingiu resultados satisfatórios na detoxificação de farelo de amendoim, milho e algodão (PIVA et al., 1995). Estudo avaliando as concentrações de amônia que variavam de 0,5 a 5,0% em diferentes substratos revelou haver diminuição superior a 93% dos níveis de contaminação por aflatoxina (SAMARJEEWA et al., 1990).

Outro estudo também testando a ação do hidróxido de amônia sobre milho infectado intencionalmente por *Aspergillus flavus* produtores da AFB1 E AFG1, observou-se que quando acrescentados 0,2, 0,5, 1,0, e 1,5% de $NH_4OH$ apresentou uma diminuição de produção de 45 a 100% de AFB1 + AFG1. Contudo, o trabalho com amônia requer uma planta de armazém especial e também cuidado, visto que o gás está sujeito a combustão em misturas com ar sob volumes acima de 15%, e ainda modificações nutricionais e organolépticas podem ser observadas (PIVA et al., 1995).

Grão submetidos amonização não apenas diminui varias micotoxinas como aflatoxinas, fumonisinas, ocratoxina a níveis imperceptíveis, mas ainda inibe o crescimento de fungos micotoxigênicos. Porém, este método não é permitido em países do continente europeu, por exemplo, especialmente em alimentos destinados para consumo humano (LUO et al., 2018).

Substância composta de glicerol e hidróxido de cálcio apresentou um poderoso efeito de desintoxicação para micotoxinas (VENTER, 2014). Outra substância composta por bicarbonato de sódio a 2% e carbonato de potássio comprovou diminuir de micotoxina em cascas de coco (AMEZQUETA et al., 2008).

Neste sentido, enquanto muitos agentes oxidantes controlam as aflatoxinas, apenas alguns são adequados para uso em alimentos ou rações. O peróxido de hidrogênio é um

exemplo de um óxido a que podem degradar a aflatoxina, mas requer permissão para ser usado em determinados processos alimentares (ISMAIL et al., 2018).

## 4.6 Ozonização

Método que vem demostrando resultados promissores no controle de pragas de armazenamento e degradação de micotoxinas (AFSAH-HEJRI, HAJEB, e EHSANI, 2020; PANDISELVAM e THIRUPATHI, 2015; ISIKBER e ATHANASSIOU, 2015). Vem sendo relatado resultados eficazes na redução ou erradicação de micotoxinas, como fumonisinas, ocratoxina, aflatoxinas, zearalenona, desoxinivaleno, citrinina e patulina (AFSAH-HEJRI et al., 2020).

A ozonização possui certas propriedades sanitizantes fazendo com que as empresas de alimentos, seja atraída a utilizar este método, que apresenta caráter seguro, com alta eficiência quando comparado com os desinfetantes usuais, age em um vasto número de microrganismos. Sua ação se dá por meio do acometimento do ozônio e dos radicais OH gerados na redução do $O_3$ (GIORDANO, 2009).

Na detoxificação de AFB1, são empregados produtos da ozonólise com via de degradação proposta em estudos já testados (DIAO et al., 2012; LUO et al., 2013). Testes de toxicidade vivo e *in vitro* evidenciam que os efeitos nocivos do AFB1 apresentam potencial de serem reduzidos pelo ozônio (DIAO et al., 2013; LUO et al., 2014).

Kells et al. (2001) observaram diminuição de 63% da propagação por *Aspergillus parasiticus* em grãos de milho, depois de submetido a 50ppm de ozônio pelo período de 3 dias. Em sua pesquisa, Giordano et al. (2012) atestaram a redução da infestação fúngica e erradicação de aflatoxinas em castanha-do-Brasil expostas a ozonização (14 e 31,5mg $l^{-1}$) no período de 5 horas.

Segundo Sivaranjani et al. (2021) a degradação das micotoxinas depende do teor de umidade do grão, da concentração do ozônio e do tempo de exposição. Estudo utilizando o ozônio detectou, que a diminuição mais significativa dos níveis de aflatoxina, foi observada nos grãos de milho, que receberam o tratamento com 60mg/L de $O_3$ por um período de 480 minutos, quando comparado com os demais tratamentos. Este resultado pode ser atribuído à área de superfície de contato dos grãos de milho, que são maiores quando comparado com demais grãos, resultados semelhantes foram observados por Qi et al. (2016) quando as taxas de decomposição de zearalenona e ocratoxina elevaram, quando o teor de umidade do milho encontrava-se em 19,6%. O aumento do teor de umidade gera maior reação dos íons, aumentando a eficácia do tratamento com ozônio, estes resultados também foram confirmados em experimento realizados em grãos de amendoim por Chen et al. (2014).Contudo, o teor de umidade apresenta uma relação inversamente proporcional a degradação de AFB1 no milho (LUO, et al., 2014), visto que, em uma situação, em que o teor de umidade dos grãos de milho encontra-se em 13,47% aumenta-se para 20,37%, as taxas de degradação de AFB1 mostram-se reduzidas, sob as mesmas condições de

tratamento, não corroborando com resultando citado anteriormente para o controle de zearalenona e ocratoxina, onde o controle desta micotoxinas foi elevado com o aumento da umidade da massa de grãos (QI et al., 2016).

### 4.7 Acidificação

Ácidos orgânicos também são utilizados como químicos fungistáticos, pois impedem o desenvolvimento das colônias de fungos e, por conseguinte, o desenvolvimento de micotoxinas. O custo-benefício mais eficaz tem sido observado na utilização do ácido propiônico (Al-HILLI e SMITH, 1992).

Estudos revelam que o método de acidificação de alimentos contaminado com AFB1 tem sido relatados resultados eficazes, especialmente com o uso de ácidos cítrico, lático, tartárico e clorídrico, porém, outros ácidos como succínico, acético, ascórbico e fórmico tiveram apenas um sucesso marginal. Esta técnica consiste em embeber alimentos contaminados com soluções ácidas por período de tempo pré-determinado. Mesmo quando realizado em temperatura ambiente poder ser observada alta degradação da AFB1 em um período de 24h ou menos (LEE et al., 2015; RUSHING e SELIM, 2018; SAFARA et al., 2010).

Além disso, a desintoxicação de AFB1 em ácido foi bem caracterizada para AFB2, que demonstrou ser muito menos toxico que para AFB1, tornando o método uma opção promissora e vantajosa. Outra vantagem é a simplicidade deste método, dispensado a necessidade de equipamentos especializados ou habilidades específicas (RUSHING et al., 2019).

### 4.8 Uso de adsorventes

São usados em situações em que não há como se detoxificar os alimentos, onde seu uso impede que as toxinas sejam absorvidas pelo trato gastrointestinal dos animais, e por conseguinte reduzem as ações danosas em seus organismos. Uma forma para coibir este problema é utilizar materiais absortivos não-nutritivos na alimentação, com intuito de diminuir sua absorção pelo trato gastrointestinal (KUBENA et al., 1990).

Atualmente, vários tipos de adsorventes COMO componentes da parede celular de levedura (TANPONG et al., 2017), polímeros sintéticos (colestiramina, polivinilpirrolidona) (AVANTAGGIATO et al., 2005), substâncias húmicas (SABATER-VILAR et al., 2007), fibras dietéticas (AOUDIA et al., 2009), minerais de argila (JIANG et al., 2012; SANTOS et al., 2011) e carvões ativados (DIAZ et al., 2002; SABATER -VILAR et al., 2007) foram amplamente estudados para a adsorção de diferentes tipos de micotoxinas.

Para resultados eficientes o método de adsorção envolve tanto força química quanto a força física, o que pode não somente diminuir efetivamente o impacto tóxico das micotoxinas, mas ainda evitar resíduos nocivos, tornando-se uma técnica amplamente aplicada, visto que proteger os animais contra as micotoxinas. Contudo, muitas toxinas podem ocorrer ao mesmo tempo nos alimentos para animais (BROGGI et al., 2007; SUN et

al., 2011; MADBOULY et al., 2012), e os efeitos nocivos de quaisquer micotoxinas podem ser grandes devido á interação sinérgica com outras micotoxinas. Consequentemente, escolher e desenvolver adsorventes eficazes torna-se bastante difícil (LI et al., 2018).

Outros tipos de adsorventes também foram testados nos últimos anos. Por exemplo, montmorilonitas modificadas foram recomendadas para a remoção conjunta de AFB1 e zearalenona, e polpa de beterraba para a adsorção de zearalenona (AKAR et al., 2018 WANG et al., 2019). E ainda, a utilização de diferentes tipos de polímeros demonstrou bons resultados na remoção de zearalenona em soluções aquosas e ocratoxina em vinho tinto (CARRASCO-SÁNCHEZ et al., 2018; POÓR et al., 2018).

### *4.8.1 Aluminosilicatos de sódio e cálcio hidratados (HSCAS)*

A eficiência dos HSCAS em forma de adsorventes vem sendo confirmada por pesquisadores que observaram que o acréscimo de 2 a 5g de HSCAS $kg^{-1}$ de ração teve a eficiência de reduzir consideravelmente os efeitos inibidores da Aflatonixa B1 sobre o desempenho zootécnico (DENLI et al., 2009).

A redução dos agravamentos nocivas em frangos igualmente, foi observada por Kubena et al. (1998), visto que o acréscimo de 0,25 e 0,375% de HSCAS a alimentação intencionalmente contaminada com 5 ou 8ppm de aflatoxinas (79% AFDB1 + 16% AFG1+4% AFG2+1% AFG1) mostrou-se capaz de otimizar o consumo da ração, ganho de peso, transformação alimentar e reduz do número de mortes dos animais.

Pesquisadores também detectaram excelentes resultados com a utilização de HSCAS em alimentação intencionalmente contaminada com 4ppm de aflatoxina B1. O acréscimo de 1% de HSCAS agiu de forma preventiva e contribuiu com o desenvolvimento zootécnico, reduziu mudanças no peso dos órgãos e na bioquímica sérica, e ainda diminuiu a severidade das modificações histopatológicas dos rins e fígado (LEDOUX et al.,1999).

Estudo visando determinar a resposta de bezerros contra a aflatoxina B 1 (AFB1) em termos de consumo de ração, e dois diferentes adsorventes de micotoxinas, in vitro e *in vivo*, em 36 bezerros divididos em 4 grupos, onde o grupo A foi alimentado com AFB 1 com ração adicionada com β-glucanos e mananosoligossacarídeos (YCW), o grupo B foi alimentado com AFB 1 com aluminossilicato de cálcio e sódio hidratado (HSCAS) e o grupo C foi alimentado com AFB 1 na ração sem adição de ligantes de micotoxinas e o grupo D foi mantido como controle. Sendo a AFB 1 foi fornecida em cápsulas gelatinizadas na dose de 1,0mg/kg/animal/dia, foi observado que o consumo médio diário de ração dos bezerros tratados com AFB 1 foi significativamente reduzido, quando comparado entre os grupos. O YCW melhorou significativamente o consumo de ração dos bezerros, enquanto que HSCAS reduziu significativamente a AFB 1, e induziu alterações deletérias (NASEER, et al., 2018).

Experimento visando testar a eficácia potencial de um adsorvente de aluminossilicato de cálcio e sódio hidratado (HSCAS) modificado para reduzir a toxicidade dos efeitos de

desoxinivalenol (DON) no desempenho do crescimento e na microbiota intestinal em leitões desmamados alimentados com as dietas: controle ou dieta contendo 1,0 ou 3,0 mg / kg de DON ou 3,0 mg / kg de DON mais 0,05% de HSCAS modificado por 28 dias, observou que o ligante HSCAS modificado, pode aliviar os efeitos negativos induzidos por DON e pode ser usado como uma contramedida promissora para reduzir a toxicidade de DON (LIU, et al., 2020).

## 5 l CONSIDERAÇOES FINAIS

A silagem ou ração destinados à nutrição animal podem apresentar micotoxinas em níveis aceitáveis ou não devido à infecção por fungos toxigênicos antes da colheita ou que se desenvolvem em condições inadequadas durante o armazenamento. Apesar da dúvida sobre o efeito acumulativo das micotoxinas mediante a ingestão, é fato que os seus subprodutos representam riscos à saúde humana, principalmente, porque raramente ocorre encontra-se um tipo de toxina, mas sim múltiplos compostos tóxico pelos fungos toxigênicos.

Com base no exposto, torna-se evidente e de extrema urgência que pesquisas sejam direcionadas para o controle da infecção por fungos toxigênicos, bem como, de métodos de inativação das micotoxinas em produtos agrícolas.

## REFERÊNCIAS


ADEGBEYE, M. J.; REDDY, P. R. K.; CHILAKA, C. A.; BALOGUN, O. B.; ELGHANDOUR, M. M.; RIVAS-CACERES, R. R.; SALEM, A. Z. Mycotoxin toxicity and residue in animal products: Prevalence, consumer exposure and reduction strategies–A review. **Toxicon**, v. 177, p. 96-108, 2020.

AFSAH-HEJRI, L.; HAJEB, P.; EHSANI, Reza J. Application of ozone for degradation of mycotoxins in food: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 19, n. 4, p. 1777-1808, 2020.

AKAR, T.; GÜRAY, T.; YILMAZER, D. T.; TUNALI AKAR, S. Biosorptive detoxification of zearalenone biotoxin by surface-modified renewable biomass: process dynamics and application. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 4, p. 1850-1861, 2019.

ALASSANE-KPEMBI, I.; KOLF-CLAUW, M.; GAUTHIER, T.; ABRAMI, R.; ABIOLA, F. A.; OSWALD, I. P.; PUEL, O. New insights into mycotoxin mixtures: The toxicity of low doses of Type B trichothecenes on intestinal epithelial cells is synergistic. **Toxicology and applied pharmacology**, v. 272, n. 1, p. 191-198, 2013.

Al-HILLI, A. L.; SMITH, J. E. Influence of propionic acid on growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in liquid submerged and solid substrate conditions. **Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology**, v.11, n.2, p.57-60, 1992.

ALONSO, V. A.; PEREYRA, C. M.; KELLER, L. A. M.; DALCERO, A. M.; ROSA, C. A. R.; CHIACCHIERA, S. M.; CAVAGLIERI, L. R. Fungi and mycotoxins in silage: an overview. **Journal of Applied Microbiology**, v. 115, n. 3, p. 637-643, 2013.

ALY, S. A.; ANWER, W. Effect of naturally contaminated feed with aflatoxins on performance of laying hens and the carryover of aflatoxin B1 residues in table eggs. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 8, n. 2, p. 181-186, 2009.

AMÉZQUETA, S.; GONZÁLEZ-PEÑAS, E.; DACHOUPAKAN, C.; MURILLO-ARBIZU, M.; LOPEZ DE CERAIN, A.; GUIRAUD, J. P. OTA-producing fungi isolated from stored cocoa beans. **Letters in applied microbiology**, v. 47, n. 3, p. 197-201, 2008.

ANDRADE, M. A.; LANÇAS, F. M. Estado-da-arte na análise cromatográfica de Ocratoxina A em amostras de alimentos. **Scientia Chromatographica**, v. 7, n. 1, p. 31-52, 2015.

AOUDIA, N.; TANGNI, E. K.; LARONDELLE, Y. Distribution of ochratoxin A in plasma and tissues of rats fed a naturally contaminated diet amended with micronized wheat fibres: Effectiveness of mycotoxin sequestering activity. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 3, p. 871-878, 2008.

AQUINO, S.; FERREIRA, F.; RIBEIRO, D. H. B.; CORRÊA, B.; GREINER, R.; VILLAVICENCIO, A. L. C. H. Evaluation of viability of Aspergillus fl avus and afl atoxins degradation in irradiated sample of maize. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.36, n.4, p.352-356, 2005.

ARENHARDT, L. A. **Detecção e caracterização de fungos e micotoxinas associadas aos grãos de milho armazenados na região de Sorriso e Sinop – MT**. Cuiabá, 2015.76f. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos) -Instituto Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2015.

AVANTAGGIATO, G.; HAVENAAR, R.; VISCONTI, A. Assessing the zearalenone-binding activity of adsorbent materials during passage through a dynamic in vitro gastrointestinal model. **Food and Chemical Toxicology**, v. 41, n. 10, p. 1283-1290, 2003.

BATA, A.; LÁSZTITY, R. Detoxification of mycotoxin contaminated food and feeds by microorganisms. **Trends in Food Science and Technology**, v.10, n.6-7, p.223-228, 1999.

BAUER, J.; GAREIS, M., BOTT, A., GEDEK, B. Isolation of a mycotoxin (gliotoxin) from a bovine udder infected with Aspergillus fumigatus. **Journal of Medical and Veterinary Mycology**, v. 27, n. 1, p. 45-50, 1989.

BEAUCHAT, L. R. Microbial stability as affected by water activity. **Cereal Food World**. n. 26, p. 345-349, 1981.

BENNET, J. W.; KLICH, M. Mycotoxins. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 16, n.3, p. 497-516, 2003.

BERTERO, A.; MORETTI, A.; SPICER, L. J.; CALONI, F. Fusarium molds and mycotoxins: Potential species-specific effects. **Toxins**, v. 10, n. 6, p. 244, 2018.

BHAT, R.; RAI, R. V.; KARIM, A. A. Mycotoxins in food and feed: present status and future concerns. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 9, n. 1, p. 57-81, 2010.

BLOUNT, W.P `Turkey “X” disease’. **Turkeys***,* vol. 9, pp. 52-55, 1961.

BOEIRA, S. P.; BORGES FILHO, C.; DEL’FABBRO, L.; ROYES, L. F. F.; JESSÉ, C. R.; OLIVEIRA, M. S.; FURIAN, A. F. Possible role for glutathione-S-transferase in the oligozoospermia elicited by acute zearalenone administration in Swiss albino mice. **Toxicon**, v. 60, n. 3, p. 358-366, 2012.’

BOLANOS, A.; CARVAJAL, M. Aflatoxin M, in Pasteurized and Ultrapasteurized Milk with Different Fat Contents in Mexico. **Journal of food protection**, v. 66, n. 10, p. 1885-1892, 2003.

BOUDERGUE, C.; BUREL, C.; DRAGACCI, S.; FAVROT, M. C.; FREMY, J. M.; MASSIMI, C.; PRIGENT, P.; DEBONGNIE, P.; PUSSEIER, L.; BOUDRA, H.; MORGAVI, D.; OSWALD, I.; PEREZ, A.; AVANTAGGIATO, G. Review of mycotoxin-detoxifying agents used as feed additives: mode of action, efficacy and feed/food safety. **EFSA Supporting Publications**, v. 6, n. 9, p. 22E, 2009.

BOUDRA, H.; LE BARS, P.; LE BARS, J. Thermostability of ochratoxin A in wheat under two moisture conditions. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 61, n. 3, p. 1156-1158, 1995.

BRASIL. Agência nacional de vigilância sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº. 7. Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 de fevereiro de 2011, Seção 1, p. 72. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/res0007_18_02_2011_rep.html#:~:text=RESOLU%C3%87%C3%83O%20N%C2%BA%207%2C%20DE%2018,LMT)%20para%20micotoxinas%20em%20alimentos.&text=1%C2%BA%20Fica%20aprovado%20o%20Regulamento,alimentos%2C%20nos%20termos%20desta%20Resolu%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: 22 dez. 2021.

BROGGI, L. E.; PACIN, A. M.; GASPAROVIC, A.; SACCHI, C.; ROTHERMEL, A.; GALLAY, A.; RESNIK, S. Natural occurrence of aflatoxins, deoxynivalenol, fumonisins and zearalenone in maize from Entre Rios Province, Argentina. **Mycotoxin Research**, v. 23, n. 2, p. 59-64, 2007.

BROWN, D. W.; MCCORMICK, S. P., ALEXANDER, N. J., PROCTOR, R. H., & DESJARDINS, A. E. A genetic and biochemical approach to study trichothecene diversity in Fusarium sporotrichioides and Fusarium graminearum. **Fungal Genetics and Biology**, v. 32, n. 2, p. 121-133, 2001.

BRYDEN, W. L.; CUMMING, R. B.; BALNAVE, D. The influence of vitamin A status on the response of chickens to aflatoxin B1 and changes in liver lipid metabolism associated with aflatoxicosis. **British Journal of Nutrition**, v. 41, n. 3, p. 529-540, 1979.

BÜNZEN, S.; HAESE, D. Controle de micotoxinas na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.3, n° 1, p.304-309, 2006.

BUTLER, W. H.; NEAL, G. E. Mode of action and human health aspects of aflatoxin carcinogenesis. **Pure Appl. Chem.**, 49, p. 1747-175, 1977.

CALAÇA, F. J. S. et al. Perception of fungi by farmers in the Cerrado. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 82, p.1-10, 2020.

CARÃO, Á. C. D. P.; BURBARELLI, M. F. D. C.; POLYCARPO, G. D. V.; SANTOS, A. R. D.; ALBUQUERQUE, R. D.; OLIVEIRA, C. A. F. D. Métodos físicos e químicos de detoxificação de aflatoxinas e redução da contaminação fúngica na cadeia produtiva avícola. **Ciência Rural**, v. 44, p. 699-705, 2014.

CARDOSO FILHO, F. C.; CALDAS, M. L., MURATORI, M. S. C. Fungos e aflatoxinas em cereais: Uma revisão**. Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v. 2, n. 2, p.122-130, 2015.

CARRASCO-SÁNCHEZ, V.; MARICAN, A.; VERGARA-JAQUE, A.; FOLCH-CANO, C.; COMER, J.; LAURIE, V. F. Polymeric substances for the removal of ochratoxin A from red wine followed by computational modeling of the complexes formed. **Food chemistry**, v. 265, p. 159-164, 2018.

CE. Regulamento (CE) nº 1881/2006 da Comissão de 19 de dezembro de 2006 que fixa os teores máximos de certos contaminantes presentes nos géneros alimentícios. **Jornal Oficial da União Europeia**. L 364 de 20.12.2006, p. 12.

CHEEKE, P. R.; SHULL, I. R. Tóxicos naturais em alimentos e Plantas Venenosas. **AVI Publishing Company, Westport**, CT, p. 393-476, 1985.

CHEN, R.; M, F.; LI, P. W.; ZHANG, W.; DING, X. X.; ZHANG, Q. I.; XU, B. C. Effect of ozone on aflatoxins detoxification and nutritional quality of peanuts. **Food chemistry**, v. 146, p. 284-288, 2014.

CHEN, Y.; CHENG, Y.; WEN, C.; WANG, W.; KANG, Y.; WANG, A. The protective effects of modified palygorskite on the broilers fed a purified zearalenone-contaminated diet. **Poultry Science**, v. 98, n. 9, p.3802-3810, 2019.

CHRISTENSEN, C. M., KAUFMANN, H. H., 1965. Microflora. **In: Christensen, C.M. (Ed.), Storage of Cereal Grains and their Products.** Monograph Series, vol. 5. American Association of Cereal Chemists, p. 158-192. 615.

COGAN, T.; HAWKEY, R.; HIGGIE, E.; LEE, M. R. F.; MEE, E.; PARFITT, D.; RAJ, J.; RODERICK, S.; WALKER, N.; WARD, P.; WILKINSON, J.M.; 2016. Silage and total mixed ration hygienic quality on commercial farms: implications for animal production. **Grass and Forage Science**, v. 72, n. 4, p. 601-613, 2017.

CORRÊA, B. **Micotoxinas de Interesse em Avicultura. In: Saúde Aviária e Doenças**. 1.ed. São Paulo: Roca, 2007.v.1.cap.29, bp.246-254.

CREPPY, E. E. Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. **Toxicology letters**, v. 127, n. 1-3, p. 19-28, 2002.

D'MELLO, J. P. F.; PLACINTA, C. M.; MACDONALD, A.M.C. Fusarium mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity. **Animal Feed Science Technology**, v. 80, p. 183–205, 1999.

DALL'ASTA, C.; FALAVIGNA, C.; GALAVERNA, G.; DOSSENA, A.; MARCHELLI, R. In vitro digestion assay for determination of hidden fumonisins in maize. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 22, p. 12042-12047, 2010.

DELL'ORTO, V.; BALDI, G.; CHELI, F. Mycotoxins in silage: Checkpoints for effective management and control. **World Mycotoxin Journal**, v. 8, n. 5, p. 603-617, 2015.

DENLI, M.; BLANDON, J. C.; GUYNOT, M. E.; SALADO, S.; PEREZ, J. F. Effects of a dietary AflaDetox on performance, serum biochemistry, histopathological changes, and afl atoxin residues in broilers exposed to afl atoxin B1. **Poultry Science**, v.88, n.7, p. 1444- 1451, 2009.

DEVREESE, M.; ANTONISSEN, G.; BROEKAERT, N.; BAERE, S.; VANHAECKE, L.; BACKER, P.; CROUBELS, S. Comparative toxicokinetics, absolute oral bioavailability and biotransformation of zearalenone in different poultry species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 20, p. 5092-5098, 2015.

DHINGRA, O. O. Prejuízos Causados por Microorganismos durante o armazenamento de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 7, no 1, p. 139-146, 1985.

DI CASTRO, I. C.; OLIVEIRA, H. F. D.; MELLO, H. H. D. C.; MASCARENHAS, A. G. Micotoxinas na produção de suínos. **Revista portuguesa de ciências veterinárias**, Goiânia, v. 110, p. 6-13, 2015.

DIAO, E.; HOU, H.; CHEN, B.; SHAN, C.; DONG, H. Ozonolysis efficiency and safety evaluation of aflatoxin B1 in peanuts. **Food and Chemical Toxicology**, v. 55, p. 519-525, 2013.

DIAO, E.; SHAN, C.; HOU, H.; WANG, S., LI, M.; DONG, H. Structures of the ozonolysis products and ozonolysis pathway of aflatoxin B1 in acetonitrile solution. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 60, n. 36, p. 9364-9370, 2012.

DIAZ, D. E.; HAGLER JR, W. M.; HOPKINS, B. A.; WHITLOW, L. W. Aflatoxin binders I. vitro binding assay for aflatoxin B1 by several potential sequestering agents. **Mycopathologia**, v. 156, p. 223-226, 2002.

DIAZ, D. E.; HAGLER, W. M., BLACKWELDER, J. T., EVE, J. A., HOPKINS, B. A., ANDERSON, K. L., WHITLOW, L. W. Aflatoxin binders II: Reduction of aflatoxin M1 in milk by sequestering agents of cows consuming aflatoxin in feed. **Mycopathologia**, v. 157, n. 2, p. 233-241, 2004.

DIAZ, G. J.; ESPITIA, E. Occurrence of aflatoxin M1 in retail milk samples from Bogota, Colombia. **Food additives and contaminants**, v. 23, n. 8, p. 811-815, 2006.

DINIZ, G. F. D. **Seleção e caracterização de agentes para o biocontrole de *Fusarium verticillioides* na cultura do milho.** 2018. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal) - Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas, 2018.

DRIEHUIS, F.; SPANJER, M. C., SCHOLTEN, J. M., & TE GIFFEL, M. C. Occurrence of mycotoxins in maize, grass and wheat silage for dairy cattle in the Netherlands. **Food Additives and Contaminants**, v. 1, n. 1, p. 41-50, 2008.

DUARTE, S. C.; LINO, C. M.; PENA, A. Mycotoxin food and feed regulation and the specific case of ochratoxin A: a review of the worldwide status. **Food Additives and Contaminants**, v. 27, n. 10, p. 1440-1450, 2010.

EFSA PANEL ON CONTAMINANTS IN THE FOOD CHAIN (CONTAM). Scientific Opinion on the risks for animal and public health related to the presence of T-2 and HT-2 toxin in food and feed. **EFSA Journal**, v. 9, n. 12, p. 2481, 2011.

ELIAS, M. C., OLIVEIRA, M., VANIER, N. L., & FERREIRA, C. **Tecnologias de pré-armazenamento, armazenamento e conservação de grãos**. Pelotas: UFPel, 2017.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain [CONTAM] related to ochratoxin A in food. **EFSA journal**, v. 4, n. 6, p. 365, 2006.

EVALDT, N.; ALVES DA SILVA, I.; RIBEIRO H. G.; RODRIGUES S. M.; SERGIO S. D. J. R. Crescimento de fungos em alimentos orgânicos e industrializados. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 11, n. 2, 2020.

FARONI, D.R.L. **Fatores que influenciam a qualidade dos grãos armazenados**, 1998. p. 1-15.

FINK-GREMMELS, J. The role of mycotoxins in the health and performance of dairy cows. **The Veterinary Journal,** v. 176, n. 1, p. 84-92, 2008.

FONSECA, H. 2008. **Micotoxinas e problemas associados versus qualidade fungos**.2008. In: Scussel, V. M. (ed.) Atualidades em micotoxinas e armazenagem de grãos. Florianópolis, Santa Catarina.

GAGNÉ, F. Oxidative Stress, **Biochemical Ecotoxicology**. 2014.

GALLO, A.; GIUBERTI, G.; FRISVAD, J.C.; BERTUZZI, T.; NIELSEN, K.F. Review on mycotoxin issues in ruminants: Occurrence in forages, effects of mycotoxin ingestion on health status and animal performance and practical strategies to counteract their negative effects. **Toxins,** v. 7, n. 8, p. 3057-3111, 2015.

GAREIS, M.; WERNERY, U. Determination of gliotoxin in samples associated with cases of intoxication in camels. **Mycotoxin research**, v. 10, n. 1, p. 2-8, 1994.

GARON, D.; RICHARD, E.; SAGE, L.; BOUCHART, V.; POTTIER, D.; LEBAILLY, P. Mycoflora and multimycotoxin detection in maize silage: experimental study. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 54, n. 9, p. 3479-3484, 2006.

GIL-SERNA, J.; VÁZQUEZ, C.; GONZÁLEZ-JAÉN, M. T.; PATIÑO, B. Wine contamination with ochratoxins: A review. **Beverages**, v. 4, n. 1, p. 6, 2018.

GIORDANO, B.N.E. **Efeito do ozônio sobre a micofl ora e afl atoxinas durante a armazenagem de castanha-do-Brasil com casca (Bertholletia excelsea H.B.K).** 2009. 193f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal de Santa Catarina, SC.

GIORNI, P.; BERTUZZI, T.; BATTILANI, P. Impact of fungi co-occurrence on mycotoxin contamination in maize during the growing season. **Frontiers in microbiology**, v. 10, p. 1265, 2019.

GIUBERTI, G.; GALLO, A.; MASOERO, F.; FERRARETTO, L.F.; HOFFMAN, P.C.; SHAVER, R.D. Factors affecting starch utilization in large animal food production system: A review. **Starch-Stärke**, v. 66, n. 1-2, pág. 72-90, 2014.

GOES, R. H. T. B.; SILVA, L. H. X.; SOUZA, K. A. Alimentos e Alimentação animal. Disponível em: https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/3074/1/alimentos-e-alimentacao-animal.pdf. Acesso em 23 nov. 2021.

GONÇALVES, B, L.; ULIANA, R. D.; COPPA, C. F. S. C.; LEE, S. H. I.; KAMIMURA, E. S.; OLIVEIRA, C. A. F.; CORASSIN, C. H. Aflatoxin M1: biological decontamination methods in milk and cheese. **Food Science and Technology**, 2020.

GONÇALVES, B. L.; CORASSIN, C. H.; OLIVEIRA, C. A. F. Mycotoxicoses in dairy cattle: a review. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 10, p. 752-760, 2015.

GORDON, K. E.; MASOTTI, R. E.; WADDELL, W. R. Tremorgenic encephalopathy: a role of mycotoxins in the production of CNS disease in humans?. **Canadian journal of neurological sciences**, v. 20, n. 3, p. 237-239, 1993.

GOWDA, N. K. S. et al. Efficacy of heat treatment and sun drying of aflatoxin-contaminated feed for reducing the harmful biological effects in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 133, n. 1-2, p. 167-175, 2007.

GRENIER, BERTRAND; APPLEGATE, TODD J. Modulation of intestinal functions following mycotoxin ingestion: Meta-analysis of published experiments in animals. **Toxins**, v. 5, n. 2, p. 396-430, 2013.

GRUBER-DORNINGER, C.; JENKINS, T.; SCHATZMAYR, G. Global mycotoxin occurrence in feed: A ten-year survey. **Toxins**, v. 11, n. 7, p. 375, 2019.

GUENGERICH, F. P.; OHNSON, W. W.; SHIMADA, T.; UENG, Y.; YAMAZAKI, H.; LANGOUET, S. Activation and detoxication of aflatoxin B1. **Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, v. 402, n. 1-2, p. 121-128, 1998.

HAQUE, M. A.; WANG, Y.; SHEN, Z.; LI, X.; SALEEMI, M. K.; HE, C .Mycotoxin contamination and control strategy in human, domestic animal and poultry: A review. **Microbial pathogenesis**, v. 142, p. 104095, 2020.

HE, J.; ZHOU, T.; YOUNG, J. C.; BOLAND, G. J.; SCOTT, P. M. Chemical and biological transformations for detoxification of trichothecene mycotoxins in human and animal food chains: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, n. 2, p. 67-76, 2010.

HOPE, J.; HOPE, B. E. A Review of the Diagnosis and Treatment of Ochratoxin A Inhala-tional Exposure Associated with Human Illness and Kidney Disease including Focal Segmental Glomerulosclerosis. **Journal of Environmental and Public Health**, v. 2012, p. 1-10, 2012.

HORT, V.; NICOLAS, M.; MINVIELLE, B.; MALEIX, C.; DESBOURDES, C.; HOMMET, F.; GUERIN, T. Ochratoxin A determination in swine muscle and liver from French conventional or organic farming production systems. **Journal of Chromatography B**, v. 1092, p. 131-137, 2018.

HUSSEIN, S.H.; BRASELL, J. M. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. **Toxicology**, v. 167, n. 2, p. 101-134, 2001.

HWANG, J. H.; LEE, K. G. Reduction of afl atoxin B1 contamination on wheat by various cooking treatments. **Food Chemistry**, v.98, n.1, p.71- 75, 2006.

IAMANAKA, B. T.; OLIVEIRA, I. S.; TANIWAKI, M. H. Micotoxinas em alimentos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, vol. 7, p.138-161, 2010.

IMRAN, M.; CAO, S.; WAN, S. F.; CHEN, Z.; SALEEMI, M. K.; WANG, N.; MUNAWAR, J. Mycotoxins–a global one health concern: A review. **Agrobiological records**, v. 2, p. 1-16, 2020.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans: Chemical Agents and Related Occupations. A Review of Humans Carcinogens, vol 100F. **IARC**. Lyon (France), pp. 225-244, 2012.

IONGH, H.; BEERTHUIS, R. K.; VLES, R. O.; BARRETT, C. B.; ORD, W. O.Investigation of the factor in groundnut meal responsible for" turkey X disease". **Biochimica et biophysica acta**, v. 65, p. 548-551, 1962.

ISIKBER, A.; ATHANASSIOU, C. G. The use of ozone gas for the control of insects and micro-organisms in stored products. **Journal of Stored Products Research**, v. 64, p. 139-145, 2015.

ISMAIL, A.; GONÇALVES, B. L.; de NEEFF, D. V.; PONZILACQUA, B.; COPPA, C. F.; HINTZSCHE, H.; OLIVEIRA, C. A. Aflatoxin in foodstuffs: Occurrence and recent advances in decontamination. **Food Research International**, v. 113, p. 74-85, 2018.

JAGER, A. V.; TEDESCO, M. P.; SOUTO, P. C. M. C.; OLIVEIRA, C. A. F. Assessment of aflatoxin intake in São Paulo, Brazil. **Food Control**, v. 33, n. 1, p. 87-92, 2013.

JIANG, S. Z.; YANG, Z. B.; YANG, W. R.; WANG, S. J.; LIU, F. X.; JOHNSTON, L. A.; WANG, Y. Effect of purified zearalenone with or without modified montmorillonite on nutrient availability, genital organs and serum hormones in post-weaning piglets. **Livestock Science**, v. 144, n. 1-2, p. 110-118, 2012.

JOUANY, J. P.; Diaz, D. E. Effects of mycotoxins in ruminants. **The mycotoxin blue book**, p. 295-321, 2005.

JUBEEN, F.; SHER, F.; HAZAFA, A.; ZAFAR, F.; AMEEN, M.; RASHEED, T. Evaluation and detoxification of aflatoxins in ground and tree nuts using food grade organic acids. **Biocatalysis and agricultural biotechnology**, v. 29, p. 101749, 2020.

KABAK, B.; DOBSON, A. D. W.; VAR, I. Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: a review. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 46, n. 8, p. 593-619, 2006.

KAMEI, K.; WATANABE, A. Aspergillus mycotoxins and their effect on the host. **Medical mycology**, v. 43, n. Supplement_1, p. S95-S99, 2005.

KAMIKA, I.; NGBOLUA, K. N.; TEKERE, M. Occurrence of aflatoxin contamination in maize throughout the supply chain in the Democratic Republic of Congo. **Food Control**, v. 69, p. 292-296, 2016.

KELLER, L. A. M.; GONZÁLEZ PEREYRA, M. L.; KELLER, K. M.; ALONSO, V. A.; OLIVEIRA, A. A.; ALMEIDA, T. X.; BARBOSA, T. S.; NUNES, L. M. T.;
CAVAGLIERI, L. R.; ROSA, C. A. R. Fungal and mycotoxins contamination in corn silage: Monitoring risk before and after fermentation. **Journal of Stored Products Research**, v. 52, p. 42-47, 2013.

KELLS, S. A.; MASON, L. J.; MAIER, D. E.; WOLOSHUK, C. P. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. **Journal of Stored Products Research**, v.37, n.4, p.371-382, 2001.

KHARAYAT, B. S.; SINGH, Y. Mycotoxins in foods: mycotoxicoses, detection, and management. In: **Microbial contamination and food degradation**. Academic Press, 2018. p. 395-421.

KHATOON, A.; KHAN, M. Z.; ABIDIN, Z. U.; BHATTI, S. A. Effects of feeding bentonite clay upon ochratoxin A–induced immunosuppression in broiler chicks. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 35, n. 3, p. 538-545, 2018.

KHITSKA, O.; GERARD, R. International and national legislation to control mictoxins in food. **Науковий вісник ветеринарної медицини**, n. 1, p. 30-40, 2019.

KLICH, M. A. Aspergillus flavus: The major producer of aflatoxin. **Molecular Plant Pathology**. v.8, n. 6, p. 713–722. 2007.

KOLOSOVA, A.; STROKA, J. Substances for reduction of the contamination of feed by mycotoxins: A review. **World Mycotoxin Journal**, v. 4, n. 3, p. 225-256, 2011.

KOSICKI, R.; BŁAJET-KOSICKA, A.; GRAJEWSKI, J.; TWARUŻEK, M. Multiannual mycotoxin survey in feed materials and feedingstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 215, p. 165-180, 2016.

KROGH, P., HALD, B., PEDERSEN, E.J. Occurrence of ochratoxin A and citrinin in cereals associated with mycotoxic porcine nephropathy. **Acta Pathologica Microbiologica Scandinavica Section B Microbiology and Immunology**, v. 81, n. 6, p. 689-695, 1973.

KUBENA, L. F.; HARVEY, R. B.; PHILLIPS, T. D.; CORRIER, D. E.; HUFF, W. E. Diminution of aflatoxicosis in growing chickens by the dietary addition of a hidrated sodium calcium aluminosilicate. **Poultry Science**, v.69, p.727-735, 1990.

LATORRE, A.; DAGNAC, T.; LORENZO, B. F.; LLOMPART, M. Occurrence and stability of masked fumonisins in corn silage samples. **Food chemistry**, v. 189, p. 38-44, 2015.

LAZZARI, F. A**. Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2. ed. Curitiba, p. 148, 1997.

LEDOUX, D. R.; ROTTINGHAUS, G. E.; BERMUDEZ, A. J.; ALONSO-DEBOLT, M. Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the toxic effects of afl atoxin in broilers chicks. **Poutry Science**, v.78, n.2, p.204-210, 1999.

LEE, J; HER, J.; LEE, K. Reduction of aflatoxins (B1, B2, G1, and G2) in soybean-based model systems. **Food Chemistry**, v. 189, p. 45-51, 2015.

LEESON, S.; DIAZ, G. J.; SUMMERS, J.D. **Metabolic Disorders and Mycotoxins.** University Books. Guelph, Ontario, Canada. p.352, 1995.

LI, Y.; TIAN, G.; DONG, G.; BAI, S.; HAN, X.; LIANG, J.; ZHANG, H. Research progress on the raw and modified montmorillonites as adsorbents for mycotoxins: A review. **Applied Clay Science**, v. 163, p. 299-311, 2018.

LINS, J. L. F.; SILVA, J. M.; CARVALHO, S.; SANTOS, L. M. Ocorrência de fungos de campo e armazenamento em ingredientes e rações para suínos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável,** v.9, n.2, p. 14-20, 2014.

LIU, M.; ZHANG, L.; CHU, X. H.; MA, R.; WANG, Y. W.; LIU, Q.; SUN, L. H. Effects of deoxynivalenol on the porcine growth performance and intestinal microbiota and potential remediation by a modified HSCAS binder. **Food and Chemical Toxicology**, v. 141, p. 111373, 2020.

LOPES, P. R. S.; NETO, J. R.; MALLMANN, C. A.; LAZZARI, R.; PEDRON, F. A.; VEIVERBERG, C. A. Crescimento e alterações no fígado e na carcaça de alevinos de jundiá alimentados com dietas com aflatoxinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.10, out. 2005.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; HENNING F. A**. Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas.** Brasília: Embrapa Soja, 2015. 81p.

LUO, X.; WANG, R.; WANG, L.; LI, Y.; BIAN, Y.; CHEN, Z. Effect of ozone treatment on aflatoxin B1 and safety evaluation of ozonized corn. **Food Control**, v. 37, p. 171-176, 2014.

LUO, X.; WANG, R.; WANG, L.; WANG, Y.; CHEN, Z. Structure elucidation and toxicity analyses of the degradation products of aflatoxin B1 by aqueous ozone. **Food Control**, v. 31, n. 2, p. 331-336, 2013.

MADBOULY, A. K.; IBRAHIM, M. I.; SEHAB, A. F.; ABDEL-WAHHAB, M. A. Co-occurrence of mycoflora, aflatoxins and fumonisins in maize and rice seeds from markets of different districts in Cairo, Egypt. **Food Additives and Contaminants**: Part B, v. 5, n. 2, p. 112-120, 2012.

MAGALHÃES, L. S.; SOLA, M. C. Identificação de aflatoxinas no leite e produtos lácteos: Revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e50510817586-e50510817586, 2021.

MALEKINEJAD, H.; MAAS-BAKKER, R.; FINK-GREMMELS, J. Species differences in the hepatic biotransformation of zearalenone. **The Veterinary Journal**, v. 172, n. 1, p. 96-102, 2006.

MALIR, F.; OSTRY, V.; PFOHL-LESZKOWICZ et al. Ochratoxin A: 50 years of research. **Toxins**, v. 8, n. 7, p. 191, 2016.

MALLY, A.; SOLFRIZZO, M.; DEGEN, G. H. Biomonitoring of the mycotoxin Zearalenone: current state-of-the art and application to human exposure assessment. **Archives of Toxicology**, v. 90, n.6, p. 1281-1292, 2016.

MARIN, D. E.; PISTOL, G. C.; GRAS, M. A.; PALADE, M. L.; TARANU, I. Comparative effect of ochratoxin A on inflammation and oxidative stress parameters in gut and kidney of piglets. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 89, p. 224-231, 2017.

MATRELLA, R.; MONACI, L.; MILILLO, M. A.; PALMISANO, F.; TANTILLO, M. G. Ochratoxin A determination in paired kidneys and muscle samples from swines slaughtered in southern Italy. **Food control**, v. 17, n. 2, p. 114-117, 2006.

MAZIERO M. T.; BERSOT L. S. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.1, p.89-99, 2010.

MELO, M. M.; NASCIMENTO, E. F.; OLIVEIRA, N. J. F. Intoxicação de bovinos por aflatoxina B1 presente em polpa cítrica: relato de um surto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 6, p. 555-558, 1999.

MINERVINI, F.; DELL'AQUILA, M. E. Zearalenone and reproductive function in farm animals. **International journal of molecular sciences**, v. 9, n. 12, p. 2570-2584, 2008.

MOHAMMADI, H. A review of aflatoxin M1, milk, and milk products. **Aflatoxins-Biochemistry and Molecular Biology; InTech: Houston, TX, USA**, p. 397-414, 2011.

MUNKVOLD, G. P. Cultural and genetic approaches to managing mycotoxins in maize. **Annual review of phytopathology**, v. 41, n. 1, p. 99-116, 2003.

MUNKVOLD, G. P.; MCGEE, D. C.; CARLTON, W. M. Importance of different pathways for maize kernel infection by Fusarium moniliforme. **Phytopathology**, v. 87, n. 2, p. 209-217, 1997.

MURPHY, P.; HENDRICH, S.; LANDGREN, C.; BRYANT, C. Food mycotoxins : an update. **Journal of food science**, v. 71, n. 5, p. R51-R65, 2006.

NASEER, O.; KHAN, J. A.; KHAN, M. S.; OMER, M. O.; AVAIS, M.; SOHAIL, M. L.; SHAHID, M. Efficacy of β-glucans and manna oligosaccharides (Yeast Cell Wall) and hydrated sodium calcium aluminosilicate (HSCAS) in preventing aflatoxicosis in bovine calves. **Indian Journal of Animal Research**, v. 52, n. 6, p. 887-892, 2018.

NIDERKORN, V.; MORGAVI, D.P.; PUJOS, E.; TISSANDIER, A.; BOUDRA, H. Screening of fermentative bacteria for their ability to bind and biotransform deoxynivalenol, zearalenone and fumonisins in an **in vitro** simulated corn silage model. **Food Additives and contaminants**, v. 24, n. 4, pág. 406-415, 2007.

NOGUEIRA, S.; OLIVEIRA, M. B. B. P. Prevalência de ocratoxina A em alimentos e consequentes problemas de segurança alimentar. **Revista da Sociedade Portuguesa de Ciências da Nutrição e Alimentação**, v. 12, n. 2, p. 69-75, 2006.

OGBUEWU, I. P. Effects of mycotoxins in animal nutrition: a review. **Asian J Anim Sci**, v. 5, p. 1933International, 2011.

OGUNADE, I. M.; MARTINEZ-TUPPIA, C.; QUEIROZ, O. C. M.; JIANG, Y.; DROUIN, P.; WU, F.; ADESOGAN, A. T. Silage review: Mycotoxins in silage: Occurrence, effects, prevention, and mitigation. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 5, p. 4034-4059, 2018.

OKABE, I.; HIRAOKA, H.; MIKI, K. Influence of harvest time on fumonisin contamination of forage maize for whole-crop silage. **Mycoscience**, v. 56, n. 5, p. 470-475, 2015.

OLSEN, M.; PETTERSSON, H.; KIESSLING, K.-H. Reduction of zearalenone to zearalenol in female rat liver by 3α-hydroxysteroid dehydrogenase. **Acta pharmacologica et toxicologica**, v. 48, n. 2, p. 157-161, 1981.

PÁDUA, I. P. M.; SILVEIRA I. A.; MARTINS, C. E. C. B. Aflatoxinas e risco de contaminação do leite humano. **Pro Homine,** v. 1, n. 1, 2002.

PALLARONI, L.; BJÖRKLUND, E.; VON HOLST, C. Alternative extraction methods for Zearalenone: Microwave Assisted Extraction and Accelerated Solvent Extraction. **Mycotoxin research**, v. 18, n. 1, p. 74-77, 2002.

PENA, G. A.; MONGE, M. D. P., LANDA, M. F., DALCERO, A. M., ROSA, C. A. D. R., & CAVAGLIERI, L. R. Growth and gliotoxin production by feed-borne Aspergillus fumigatus sensu stricto strains under different interacting environmental conditions. **World Mycotoxin Journal**, v. 8, n. 1, p. 75-85, 2015.

PEREIRA, C. E.; TYSKA, D.; MARTINS, A.C.; BUTZEN, F.M.; MALLMANN, A.O. Peso específico do milho e sua relação com ergosterol, micotoxinas e energia. **Revista Ciências da Vida**, v. 28, p. 186-188, 2008.

PEREYRA, C. M.; ALONSO, V. A.; ROSA, C. A. R.; CHIACCHIERA, S. M.; DALCERO, A. M.; CAVAGLIERI, R. R. Gliotoxin natural incidence and toxigenicity of *Aspergillus fumigatus* isolated from maize silage and ready dairy cattle feed. **World Mycotoxin Journal**, v. 1, n. 4, p. 457-462, 2008.

PÉRICAS, B. R. et al. Fungos causadores de micotoxicoses em suínos: revisão de literatura. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 19, n. 1, 2021.

PESTKA, J. J. Deoxynivalenol: Toxicity, mechanisms and animal health risks. **Animal feed science and technology**, v. 137, n. 3-4, p. 283-298, 2007.

PFLIEGLER, W. P.; PÓCSI, I., GYŐRI, Z., & PUSZTAHELYI, T. The Aspergilli and their mycotoxins: Metabolic interactions with plants and the soil biota. **Frontiers in microbiology**, v. 10, p. 2921, 2020.

PICOT, A.; HOURCADE-MARCOLLA, D.; BARREAU, C.; PINSON-GADAIS, L.; CARON, D.; RICHARD-FORGET, F.; LANNOU, C . Interactions between Fusarium verticillioides and Fusarium graminearum in maize ears and consequences for fungal development and mycotoxin accumulation. **Plant Pathology**, v. 61, n. 1, p. 140-151, 2012.

PIVA, G.; GALVANO, F.; PIETRI, A.; PIVA, A. P. A. R. D. Detoxification methods of aflatoxins: a review. **Nutrition Research**, v.15, n.5, p.767-776, 1995.

PLACINTA, C. M.; D'MELLO, J. P. F. Macdeoxynivalenolald. A review of worldwide contamination of cereal grains and animal feed with Fusarium mycotoxins. **Animal feed science and technology**, v. 78, n. 1-2, p. 21-37, 1999.

POÓR, M.; FAISAL, Z.; ZAND, A.; BENCSIK, T.; LEMLI, B.; KUNSÁGI-MÁTÉ, S.; SZENTE, L. Removal of zearalenone and zearalenols from aqueous solutions using insoluble beta-cyclodextrin bead polymer. **Toxins**, v. 10, n. 6, p. 216, 2018.

POPESCU, R. G.; AVRAMESCU, S.; MARIN, D. E.; ȚĂRANU, I.; GEORGESCU, S. E.; DINISCHIOTU, A . The Reduction of the Combined Effects of Aflatoxin and Ochratoxin A in Piglet Livers and Kidneys by Dietary Antioxidants. **Toxins**, v. 13, n. 9, p. 648, 2021.

POZZI, C. R.; ARCARO, J. R. P.; JUNIOR, I. A.; FAGUNDES, H.; CORRÊA, B. Aspectos Relacionados à Ocorrência E Mecanismo de Ação de Fumonisinas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.5, set./out. 2002.

PRADO, G.; OLIVEIRA, M. S.; PEREIRA, M. L.; ABRANTES, F. M.; SANTOS, L. G.; VELOSO, T. Aflatoxin M1 in samples of" minas" cheese commercialized in the city of Belo Horizonte-Minas Gerais/ Brazil. **Food Science and Technology**, v. 20, p. 398-400, 2000.

PRESTES, I. D.; ROCHA, L. NUÑEZ, K. V.; SILVA, N. C. Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. **Scientia Agropecuaria**, v. 10, n. 4, p. 559-570, 2019.

QI, L.; LI, Y.; LUO, X.; WANG, R.; ZHENG, R.; WANG, L.; CHEN, Z. Detoxification of zearalenone and ochratoxin A by ozone and quality evaluation of ozonised corn. **Food Additives & Contaminants**: Part A, v. 33, n. 11, p. 1700-1710, 2016.

QUEVEDO-GARZA, P. A.; AMADOR-ESPEJO, G. G.; SALAS-GARCÍA, R.; RAMOS-PEÑA, E. G.; TRUJILLO, A. J. Aflatoxin M1 determination in infant formulae distributed in Monterrey, Mexico. **Toxins**, v. 12, n. 2, p. 100, 2020.

RÁDULY, Z.; SZABÓ, L.; MADAR, A.; PÓCSI, I.; CSERNOCH, L. Toxicological and medical aspects of Aspergillus-derived mycotoxins entering the feed and food chain. **Frontiers in microbiology**, v. 10, p. 2908, 2020.

RAMOS, J. J.; FERNÁNDEZ, A.; SAEZ, T.; SANZ, M. C.; MARCA, M. C. Effect of aflatoxicosis on blood mineral constituents of growing lambs. **Small Ruminant Research**, v. 21, n. 3, p. 233-238, 1996.

REEVES, E. P.; MESSINA, C. G. M.; DOYLE, S.; KAVANAGH, K. Correlation between gliotoxin production and virulence of Aspergillus fumigatus in Galleria mellonella. **Mycopathologia**, v. 158, n. 1, p. 73-79, 2004.

RHEEDER, J. P.; MARASAS, W. F. O.; VISMER, H. F. Production of fumonisin analogs by *Fusarium* species. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 68, p. 2101-2105, 2002.

RICHARD, E.; HEUTTE, N.; BOUCHART, V.; GARON, D. Evaluation of fungal contamination and mycotoxin production in maize silage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 148, n. 2-4, p. 309-320, 2009.

RICHARD, J. L. `Mycotoxins – an overview', In 'Guide to mycotoxins featuring mycotoxin risk management in animal production'.(Ed. EM Binder) pp. 1–47.(**Anytime Publishing Services: Leicestershire**, UK), 2012.

RICHARD, J. L. Mycotoxins, toxicity and metabolism in animals: a systems approach overview. **Mycotoxins and Phytotoxins—Developments in Chemistry, Toxicology and Food Safety (van Egmond H, Brera C, Gilbert J, eds). Fort Collins, CO: Alaken, Inc**, p. 363-397, 1998.

RICHARD, J. L. Some major mycotoxins and their mycotoxicoses—An overview. **International journal of food microbiology**, v. 119, n. 1-2, p. 3-10, 2007.

RICHARD, J. L.; DEBEY, M. C.; CHERMETTE, R., PIER, A. C.; HASEGAWA, A., LUND, A.; CONNOLE, M. D. Advances in veterinary mycology. **Journal of medical and veterinary mycology**, v. 32, n. sup1, p. 169-187, 1994.

RICHARD, J. L.; MEERDINK, G. A. V. I. N.; MARAGOS, C. M.; TUMBLESON, M. I. K. E.; BORDSON, G. A. R. Y.; RICE, L. G.; ROSS, P. F. Absence of detectable fumonisins in the milk of cows fed Fusarium proliferatun (Matsushima) Nirenberg culture material. **Mycopathologia**, v. 133, n. 2, p. 123-126, 1996.

RICHARD, J. L.; PAYNE, G. A.; AMES, I. A. Mycotoxins: risks in plant, animal, and human systems. **Council for Agricultural Science and Technology**, CAST. 2003.

RICHARD, Ji L.; BRAY, G. A.; RYAN, D. H. Mycotoxins as immunomodulators in animal systems. **Mycotoxins, cancer and health. Pennington Centre Nutrition Series**, v. 1, p. 196-220, 1991.

RILEY, Ronald T.; MERRILL, Alfred H. Ceramide synthase inhibition by fumonisins: a perfect storm of perturbed sphingolipid metabolism, signaling, and disease [S]. **Journal of lipid research**, v. 60, n. 7, p. 1183-1189, 2019.

RINGOT, D.; CHANGO, A.; SCHNEIDER, Y.J.; LARONDELLE, Y. **Toxicokinetics and toxicodynamics of ochratoxin A, an update.** Chemico – Biological Interactions, 59-1: 18-46, 2006.

ROBENS, J. F.; RICHARD, J. L. Aflatoxins in animal and human health. **Reviews of environmental contamination and toxicology**, p. 69-94, 1992.

ROCHA M. E. B.; FREIRE F. C. O.; MAIA, F. E. F.; GUEDES, M. I. F.; RONDINA, D. Mycotoxins and their effects on human and animal health. **Food Control**, v. 36, n. 1, p. 159-165, 2014.

ROCHA, M. P.; TAVEIRA, J. H. S.; PRADO, S. M. ATAÍDE, M. V. Sistema de armazenamento e incidência dos principais fungos produtores de micotoxinas em grãos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 50176-50193, 2020.

RODRÍGUEZ-BLANCO, M.; RAMOS, A. J.; SANCHIS, V.; MARÍN, S. Mycotoxins occurrence and fungal populations in different types of silages for dairy cows in Spain. **Fungal Biology**, v. 125, n. 2, p. 103-114, 2021.

RUSHING, B. R.; SELIM, M. I. Aflatoxin B1: A Review of Metabolism, Toxicity, Occurrence in Food, Occupational Exposure, and Detoxification Methods. **Food and chemical toxicology**, v. 124, p. 81-100, 2018.

RUSHING, BLAKE R.; SELIM, MUSTAFA I. Aflatoxin B1: A review on metabolism, toxicity, occurrence in food, occupational exposure, and detoxification methods. **Food and chemical toxicology**, v. 124, p. 81-100, 2019.

RUSTOM, I.Y.S. Afl atoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. **Food Chemistry**, v.59, n.1, p.57-67, 1997.

SAALIA, F.K.; PHILLIPS, R.D. Degradation of afl atoxins by extrusion cooking: effects on nutritional quality of extrudates. LWT – **Food Science and Technology**, v.44, n.6, p.1496- 501, 2011.

SABATER-VILAR, M.; MALEKINEJAD, H.; SELMAN, M. H. J.; VAN DER DOELEN, M. A. M.; FINK-GREMMELS, J. In vitro assessment of adsorbents aiming to prevent deoxynivalenol and zearalenone mycotoxicoses. **Mycopathologia**, v. 163, n. 2, p. 81-90, 2007.

SAFARA, M.; ZAINI, F.; HASHEMI, S. J.; MAHMOUDI, M.; KHOSRAVI, A. R.; SHOJAI-ALIABADI, F. Aflatoxin detoxification in rice using citric acid. **Iranian journal of public health**, v. 39, n. 2, p. 24, 2010.

SAITA, A. C.; PANDOLFI, M. A. C. Efeitos da aflatoxina na comercialização do amendoim. **Revista Interface Tecnológica,** v. 16, n.1, p.449-459, 2019.

SAMARAJEEWA, U.; SEN, A. C.; COHEN, M. D.; WEI, C. I. Detoxification of aflatoxins in foods and feeds by physical and chemical methods. **Journal of Food Protection**, v.53, n..06, p.489-501, 1990.

SAMSON, R. A.; HOEKSTRA, E. S.; FRISVAD, J. C.; FILTENBORG, O. **Introdution to food-borne fungi**. 4. ed. Centraalbureau: Voor Schimmelcultures Baarn Delft, 2000.

SAMUEL, M. S.; JEYARAM, K.; DATTA, S.; CHANDRASEKAR, N.; BALAJI, R.; SELVARAJAN, E. Detection, Contamination, Toxicity, and Prevention Methods of Ochratoxins: An Update Review. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 69, p. 13974–13989, 2021.

SANTIN, E. Mould growth and mycotoxin production. **The Mycotoxin Blue Book. Nottingham**, UK: Nottingham University Press, p. 225-234, 2005.

SANTOS, F. C. F. **Fungos em rações para camarões cultivados no Estado do Piauí.** 53 f., 2006. Dissertação de Mestrado em Ciência Animal – Pós Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI.

SANTOS, M. A.; SANOTS, B. R. C. Silagem da palma forrageira consorciada com resíduos da mandioca e bagaço da cana de açúcar: Revisão. **Revista PUBVET**, v.12, n.11, a218, p.1-8, Nov., 2018.

SANTOS, R. L. G.; NASCIMENTO. D, M. C.; PORCY, C.; GALENO, N. D. S. Identificação de fungos produtores de micotoxinas cancerígenas em pães de sanduíches vendidos no centro comercial de Macapá-AP. **Revista Da Associação Brasileira De Nutrição - RASBRAN**, v.7, n.2, p.50–55, 2016.

SANTOS, R. R.; VERMEULEN, S.; HARITOVA, A.; FINK-GREMMELS, J. Isotherm modeling of organic activated bentonite and humic acid polymer used as mycotoxin adsorbents. **Food Additives & Contaminants**: Part A, v. 28, n. 11, p. 1578-1589, 2011.

SARGEANT, K.; SHERIDAN, A.; O'KELLY, J.; CARNAGHAN, R. B. A. Toxicity associated with certain samples of groundnuts. **Nature**, v. 192, n. 4807, p. 1096-1097, 1961.

SCHATZMAYR, G.; STREIT, E. Global occurrence of mycotoxins in the food and feed chain: facts and figures. **World Mycotoxin Journal**, v. 6, n. 3, p. 213-222, 2013.

SERRANO-COLL, HÉCTOR ALEJANDRO; CARDONA-CASTRO, NORA. Micotoxicosis y micotoxinas: generalidades y aspectos básicos. **Ces Medicina**, v. 29, n. 1, p. 143-151, 2015.

SHAH, D. T.; GLOVER, D. D.; LARSEN, B. In situ mycotoxin production by Candida albicans in women with vaginitis. **Gynecologic and obstetric investigation**, v. 39, n. 1, p. 67-69, 1995.

SHEHAB, L. M.; EL-LEBOUDY, A. A.; ABO EL-MAKAREM, H. S. Prevalence of Aflatoxins M1 and M2 in some curd dairy products. **Alexandria Journal for Veterinary Sciences**, v. 61, n. 1, 2019.

SHEIK ABDUL, N.; MARNEWICK, J. L. Fumonisin B1-induced mitochondrial toxicity and hepatoprotective potential of rooibos: An update. **Journal of Applied Toxicology**, v. 40, n. 12, p. 1602-1613, 2020.

SHEPHARD, G. S.; SYDENHAM, E. W.; THIEL, P. G.; GELDERBLOM, W. C. A. Quantitative determination of fumonisins B1 and B2 by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. **Journal of Liquid Chromatography**, v. 13, n. 10, p. 2077-2087, 1990.

SHIMSHONI, J. A.; CUNEAH, O.; SULYOK, M.; KRSKA, R.; GALON, N.; SHARIR, B.; SHLOSBERG, A. L. Mycotoxins in corn and wheat silage in Israel. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 30, n. 9, p. 1614-1625, 2013.

SHOTWELL, O.L.; GOULDEN, M. L.; BOTAST, R.J.; HASSELTINE, C.W. Mycotoxins in hot spots in grains 1, Aflatoxin and zearalenone occurrence in stored corn. **Cereal Chem**. 52 (5), 687–697, 1975.

SIVARANJANI, S.; PRASATH, V. A.; PANDISELVAM, R.; KOTHAKOTA, A.; KHANEGHAH, A. M. Recent advances in applications of ozone in the cereal industry. **LWT**, p. 111412, 2021.

SOARES, C. M. G.; ABRUNHOSA, L.; VENÂNCIO A. Fungos produtores de micotoxinas. **Sociedade Portuguesa de Microbiologia**, 2013. Disponível em: http://hdl.handle.net/1822/27316. Acesso 20. out. 2021.

SOBRINHO, C. A.; SANTOS, A. R. B.; SILVA, P. H. S. Fungos em sementes de Feijão-caupi: Detecção, qualidade sanitária e controle alternativo. **Embrapa.** 1ª ed. Publicação digital - PDF (2020).

SOUZA, D. R.; SOUZA, G. A.; PEREIRA, M. L.; BEZERRA, V. S.; MARQUES, R. B. Efeitos tóxicos dos fungos nos alimentos. **Revinter,** v.10, n. 02, p.73-84, 2017.

SOUZA, D. R.; SOUZA, G. A.; PEREIRA, M. L.; BEZERRA, V. S.; MARQUES, R. B. Efeitos tóxicos dos fungos nos alimentos. **Revinter,** v.10, n. 02, p.73-84, 2017.

SOUZA, V. C.; CARDOSO, G. D.; BARRETO, A. F. Estudos sobre fungos micorrízicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.10, n.3, p.612–618, 2006.

STOEV, S. D.; GOUNDASHEVA, D.; MIRTCHEVA, T.; MANTLE, P.G. Susceptibility to secondary bacterial infections in growing pigs as an early response in ochratoxicosis. **Experimental and toxicologic pathology**, v. 52, n. 4, p. 287-296, 2000.

STORM, I.M.; SØRENSEN, J.L.; RASMUSSEN, R.R.; NIELSEN, K.F.; THRANE, U. Mycotoxins in silage. **Stewart Postharvest Rev**. 4 (6), 1–12, 2008.

SUN, G.; WANG, S.; HU, X.; SU, J.; ZHANG, Y.; XIE, Y.; WANG, J. S. Co-contamination of aflatoxin B1 and fumonisin B1 in food and human dietary exposure in three areas of China. **Food additives and contaminants**, v. 28, n. 4, p. 461-470, 2011.

SWAMY, H. V.; SMITH, T. K.; MACDONALD, E. J.; KARROW, N. A.; WOODWARD, B.; BOERMANS, H. J. Effects of feeding a blend of grains naturally contaminated with Fusarium mycotoxins on growth and immunological measurements of starter pigs, and the efficacy of a polymeric glucomannan mycotoxin adsorbent. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 11, p. 2792-2803, 2003.

SWEENWEY, M. J.; DOBSON, A. D. W. Mycotoxin production by *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 43, p. 141-158, 1998.

TAHEUR, F. B.; KOUIDHI, B., AL QURASHI, Y. M. A., SALAH-ABBÈS, J. B., & CHAIEB, K. Biotechnology of mycotoxins detoxification using microorganisms and enzymes. **Toxicon**, v. 160, p. 12-22, 2019.

TANGNI, E. K.; PUSSEMIER, L.; VAN HOVE, F. Mycotoxin contaminating maize and grass silages for dairy cattle feeding: current state and challenges. **Journal Animal Science Advances**, v. 3, n. 10, p. 492-511, 2013.

TANPONG, S.; WONGTANGTINTHARN, S.; PIMPUKDEE, K.; TENGJAROENKUL, B.; KHAJARERN, J. Efficacy of hydrate sodium calcium aluminosilicate and yeast cell wall to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in ducks. **Animal Production Science**, v. 57, n. 8, p. 1637-1644, 2017.

TEKINŞEN, K. K.; TEKINŞEN, O. Cenap. Aflatoxin M1 in white pickle and Van otlu (herb) cheeses consumed in southeastern Turkey. **Food Control**, v. 16, n. 7, p. 565-568, 2005.

TOLA, M.; KEBEDE, B. Occurrence, importance and control of mycotoxins: a review. **Cogent Food & Agriculture**, v. 2, n. 1, p. 1-12, 2016.

UPPERMAN, JEFFREY S.; POTOKA, D. A., ZHANG, X. R., WONG, K., ZAMORA, R., & FORD, H.Mechanism of intestinal-derived fungal sepsis by gliotoxin, a fungal metabolite. **Journal of pediatric surgery**, v. 38, n. 6, p. 966-970, 2003.

VANDICKE, J.; VISSCHERE, K.; CROUBELS, S.; SAEGER, S.; AUDENAERT, K.; HAESAERT, G. Micotoxinas nos campos de Flandres: Ocorrência e correlações com espécies de Fusarium em milho colhido de planta inteira. **Microorganisms**, v. 7, n. 11, p. 571, 2019.

VENTER, Abraham **Christo. Glycerol compositions and solutions.** U.S. Patent Application n. 14/124,988, 17 abr. 2014.

WAMBACQ, E.; VANHOUTTE, I., AUDENAERT, K., DE GELDER, L., & HAESAERT, G. Occurrence, prevention and remediation of toxigenic fungi and mycotoxins in silage: A review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 7, p. 2284-2302, 2016.

WANG, G.; XI, Y.; LIAN, C.; SUN, Z.; ZHENG, S. Simultaneous detoxification of polar aflatoxin B1 and weak polar zearalenone from simulated gastrointestinal tract by zwitterionic montmorillonites. **Journal of hazardous materials**, v. 364, p. 227-237, 2019.

WEAVER, A. C.; WEAVER, D. M., ADAMS, N., & YIANNIKOURIS, A. Co-Occurrence of 35 Mycotoxins: A Seven-Year Survey of Corn Grain and Corn Silage in the United States. **Toxins**, v. 13, n. 8, p. 516, 2021.

WENEHED, V.; SOLYAKOV, A.; THYLIN, I.; HÄGGBLOM, P.; FORSBY, A. Cytotoxic response of Aspergillus fumigatus-produced mycotoxins on growth medium, maize and commercial animal feed substrates. **Food and chemical toxicology**, v. 41, n. 3, p. 395-403, 2003.

WILHITE, S. E.; STRANEY, D. C. Timing of gliotoxin biosynthesis in the fungal biological control agent Gliocladium virens (Trichoderma virens). **Applied microbiology and biotechnology**, v. 45, n. 4, p. 513-518, 1996.

WU, N.; OU, W.; ZHANG, Z.; WANG, Y.; XU, Q.; HUANG, H. Recent advances in detoxification strategies for zearalenone contamination in food and feed. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, v. 30, p. 168-177, 2021.

YANG, D.; JIANG, T.; LIN, P.; CHEN, H.; WANG, L.; WANG, N.; ZHAO, F.; TANG, K.; ZHOU, D.; WANG, A.; JIN, Y. Apoptosis inducing factor gene depletion inhibits zearelone-induced cell death in a goat Leydi cell line. **Reproductive Toxicology**, v. 67, p.129-139, 2017.

YUNUS, A. W.; GHAREEB, K., TWARUZEK, M., GRAJEWSKI, J., & BÖHM, J. Deoxynivalenol as a contaminant of broiler feed: Effects on bird performance and response to common vaccines. **Poultry science**, v. 91, n. 4, p. 844-851, 2012.

ZAKI, M. M.; EL-MIDANY, S. A.; SHAHEEN, H. M.; RIZZI, L. Mycoyoxins in animals: occurrence, effects, prevention and management. **Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences**, v. 04, n. 01, p. 13-28, 2012.

ZHOU, H.; GUOG, T.; DAI, H.; YU, Y.; ZHANG, Y.; MA, L. DEOXYNIVALENOL: TOXICOLOGICAL PROFILES AND PERSPECTIVE VIEWS FOR FUTURE RESEARCH. **World Mycotoxin Journal**, v. 13, n. 2, p. 179-188, 2020.

ZHU, B.; ZHANG, L.; YANG W.; CHENG, Y.; WEN, C.; ZHOU Y. Effect of zearalenone on serum parameters, hepatic oxidative damage and residue of zearalenone in broilers. **Animal Husbandry & Veterinary Medicine**, p. 6, 2016.

ZIMMERMANN R. C.; FURUIE J. L.; STUART A. K. C; OLIVEIRA, H. K. S.; ZAWADNEAK M. A. C.; PIMENTEL I. C**. Uso de óleos essenciais no controle de fungos de grãos armazenados**. In: V CONBRAF – Congresso Brasileiro de Fitossanidade Desafios e Avanços da Fitossanidade, 2019, Curitiba. Anais do Congresso Brasileiro de Fitossanidade, 2019.

ZINEDINE, A., EL AKHDARI, S. Food safety and climate change: case of mycotoxins. **Handbook of Research on Global Environmental Changes and Human Health**, p. 74–97. 2019.

ZINEDINE, A.; SORIANO, J. M.; MOLTO, J. C.; MANES, J. Review on the toxicity, occurrence, metabolism, detoxification, regulations and intake of zearalenone: an oestrogenic mycotoxin. **Food and chemical toxicology**, v. 45, n. 1, p. 1-18, 2007

# CAPÍTULO 10

## PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE BLASTÓSPOROS DE *Beauveria bassiana* IBCB 66

*Data de aceite: 01/03/2022*
*Data de submissão: 27/01/2022*

**Wagner Arruda de Jesus**
Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Zootecnia
Cuiabá, MT
http://lattes.cnpq.br/6740114588918503

**Guilherme Debiazi Beloni**
Engenheiro Agrônomo, Instituto Matogrossense do Algodão
Rondonópolis, MT
http://lattes.cnpq.br/2157201628720214

**Daniela Tiago da Silva Campos**
Dsc Microbiologia Agrícola, Profa. Dra. Universidade Federal do Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Zootecnia
Cuiabá, MT
http://lattes.cnpq.br/9325411594216293

**RESUMO:** A utilização de bioinseticidas no Brasil está em alta bem como a busca por métodos de produção mais eficientes e de menor custo. *Beauveria bassiana* é um fungo entomopatógeno que sempre foi produzido em larga escala sob cultivo sólido com a utilização do arroz como substrato. A fermentação líquida é um método que exige equipamentos mais sofisticados e caros, mas que garante uma produção eficaz do fungo. Este trabalho teve como objetivo produzir blastosporos do fungo *Beauveria bassiana* IBCB 66 em fermentação líquida, avaliar a sobrevivência do mesmo em 48, 72 e 96 horas de incubação. Após o período de 96 h, amostras do fermentado fúngico foram misturadas com Tween 80% nas concentrações de 0,1; 0,5 e 1 %. Para o preparo do pré inóculo, o fungo foi cultivado em placas de Petri contendo meio de cultura batata dextrose ágar (BDA) por 10 dias à temperatura de 26 °C, posteriormente uma concentração de $10^6$ esporos/mL foi transferida para erlenmeyers de vidro contendo meio de cultura líquido e foram incubados sob agitação a 200 rpm. Para a avaliação da sobrevivência do fungo em mistura com o Tween 80% utilizou-se o fermentado líquido com 96 h. O fermentado foi armazenado sob bancada à temperatura de 28 °C por seis meses e foram realizadas a enumeração de blastosporos aos 7 dias e aos seis meses. Com os resultados encontrados conclui-se que o maior tempo de fermentação líquida, 96 horas, permite a maior produção de blastosporos e o o menor tempo de armazenamento, sete dias, conserva a maior quantidade dessas estruturas, independente da concentração de Tween 80%.
**PALAVRAS-CHAVE:** Fermentação submersa, controle biológico, fungo entomopatogênico.

## PRODUCTION AND STORAGE OF BLASTOSPOROS OF BEAUVERIA BASSIANA IBCB 66

**ABSTRACT:** The use of bioinsecticides in Brazil is on the rise, as is the search for more efficient and lower cost production methods. Beauveria bassiana is an entomopathogenic fungus that has always been produced on a large scale under solid cultivation using rice as a substrate. Liquid fermentation is a method that requires

more sophisticated and expensive equipment, but it guarantees an efficient production of the fungus. This work aimed to produce blastospores of the fungus Beauveria bassiana IBCB 66 in liquid fermentation, to evaluate its survival at 48, 72 and 96 hours of incubation. After a period of 96 h, samples of the fungal fermented were mixed with Tween 80% at concentrations of 0.1; 0.5 and 1%. To prepare the pre-inoculum, the fungus was cultivated in Petri dishes containing potato dextrose agar (PDA) culture medium for 10 days at 26 °C, then a concentration of 106 spores/mL was transferred to glass erlenmeyers containing liquid culture medium and incubated under agitation at 200 rpm. To evaluate the survival of the fungus in a mixture with Tween 80%, the liquid fermented with 96 h was used. The fermented was stored under a bench at 28 °C for six months and blastospores were enumerated at 7 days and at six months. With the results found, it is concluded that the longest liquid fermentation time, 96 hours, allows the greatest production of blastospores and the shortest storage time, seven days, preserves the largest amount of these structures, regardless of the concentration of Tween 80%.
**KEYWORDS:** Submerged fermentation, biological control, entomopathogenic fungus.

## 1 I INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de pesquisas relacionadas aos biopesticidas a base de fungos entomopatogênicos aumentaram consideravelmente nos últimos anos. O fungo *Beauveria bassiana* é amplamente utilizado para o controle de um grande espectro de insetos considerados pragas agrícolas (FARIA; WRAIGHT, 2007).

Mais de 150 produtos à base de fungos entomopatogênicos utilizados para o controle biológico de insetos são ou foram comercializados e cerca de 75% desses produtos são à base dos fungos *Metarhizium anisopliae*, *B. bassiana*, *Isaria fumosorosea* e *Bractis brogniartii* (FARIA; WRAIGHT, 2007).

A produção de fungos entomopatogênicos teve um pequeno número de alterações em mais de 40 anos de aplicação no Brasil. A produção usada nas biofábricas em larga escala é essencialmente por meio da fermentação sólida em arroz com elevado uso de mão de obra e extenso tempo de produção (REZENDE, 2017).

A principal limitação ao uso comercial de biopesticidas a base de fungos entomopatogênicos é a disponibilidade de meios de cultura e técnicas de produção de baixo custo. A fermentação líquida é uma alternativa para produzir altas concentrações de *B. bassiana* por reduzir o tempo de produção e os custos relacionados à elaboração de micopesticidas (MASCARIN et al., 2015).

O controle biológico de insetos por meio do uso de biopesticidas é comprovadamente eficaz, todavia, resultados inconsistentes em condições de campo tem tornado um dos principais entraves no aumento do uso dessa ferramenta para o controle biológico de insetos. Parte disso deve-se as limitadas técnicas de formulação e armazenamento (PAULI, 2014).

Micopesticidas à base de óleos apresentam várias vantagens em comparação com

produtos não formulados devido a aplicabilidade desses. As dispersões oleosas favorecem a sobrevivência e conservação de conídios expostos a radiação UV (ultravioleta) em comparação a conídios não formulados (PAULI, 2014).

Diante disso, faz-se necessário o armazenamento e conservação desses fungos entomopatogênicos para que sejam utilizados a campo. Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de blastosporos do fungo *Beauveria bassiana* IBCB 66 em meio de cultura líquido e verificar o tempo de armazenamento e a conservação dos mesmos em concentrações de Tween 80%.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### Preparo do inóculo

A cepa do fungo foi cedida pelo Instituto Biológico de São Paulo-SP, via processo SISGEN número AB0E8A9 e armazenado no Laboratório de Microbiologia do Solo da Faculdade de Agronomia e Zootecnia da UFMT, campus Cuiabá, MT. O fungo foi cultivado em placas de Petri contendo meio de cultura batata dextrose ágar (BDA), incubado em BOD (Biochemical Oxygen Demand) durante 10 dias a 26 °C com fotoperíodo de 12:12 horas de luz e escuro (L:E). Após a esporolulação do fungo na placa de Petri os conídios foram obtidos por raspagem das placas com solução salina (0,04% Tween 80%).

### Meio de cultura líquido e inoculação

O meio de cultura líquido utilizado foi composto de 2 g de $KH_2PO_4$; 0,4 g de $CaCl_2.2H_2O$; 0,3 g de $MgSO_4$.7H2O; 0,37 de g $CoCl_2.6H_2O$; O,37 mg de $FeSO_4.7H_2O$; 50 mg de $MnSO_4.H_2O$; 16 mg de $ZnSO_4$ $.7H_2O$; 14 mg de tiamina, 500 $\mu$g de riboflavina, pantotenato, niacina, piridoxamina cada e ácido fólico, biotina, vitamina B12, 50 $\mu$g de cada, descritas em (JACKSON; JARONSKI, 2009). Cinquenta mililitros do meio de cultura líquido foram colocados em erlenmeyers de volume total de 250 mL e os frascos esterilizados em autoclave durante 20 minutos a 121 °C. Cada frasco recebeu 1% da suspensão de conídios de *B. bassiana* ou ($10^6$ conídios $mL^{-1}$) obtidos por raspagem com solução salina (0,04% Tween 80%), logo após, os frascos foram incubados em agitador orbital a 150 rpm à temperatura de 28 °C.

### Contagem e armazenamento dos blastosporos

Após a incubação do fungo em agitador orbital foi retirada uma alíquota dos frascos para enumeração dos blastosporos com 48, 72 e 96 horas de incubação. A contagem foi realizada utilizando a câmera de Neubauer. Após o período de 96 horas de incubação do fungo, coletou-se uma alíquota de 10 mL de cada frasco contendo o meio de cultura com os blastosporos e colocou-se em tubos Falcon de 50 mL, previamente esterilizados nos quais foram adicionadas as concentrações de Tween 80%, consistindo em 0,1; 0,5 e 1 % para serem armazenados e avaliados após sete dias e aos seis meses de armazenamento

à temperatura de 5°C.

### Análise estatística

O delineamento estatísitico se deu em bloco inteiramente casualizado com 4 repetições e com três tratamentos os quais, representavam as concentrações de Tween 80%, resultando em 12 unidades experimentais. A análise estatística dos dados foi feita utilizando o programa SISVAR , e o teste de média feito por meio do teste de Tukey (α= 0,05).

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito dos tempos de fermentação (48, 72 e 96 horas) na produção de blastosporos do fungo *B. bassiana* sob fermentação líquida são demonstrados na Figura 1 enquanto, que o resultado do armazenamento dos blastosporos com diferentes concentrações de Tween 80 % ao longo do tempo são exibidos na Figura 2.

A produção de blastosporos foi maior em 96 horas de fermentação seguida de 72 e 48 horas, respectivamente. Os meios de cultura líquidos têm sido cada vez mais utilizados para a produção de fungos em larga escala, pois permitem melhor controle das condições físicas e nutricionais exigidas pelo microrganismo (JACKSON et al., 1996; JACKSON, 1997).

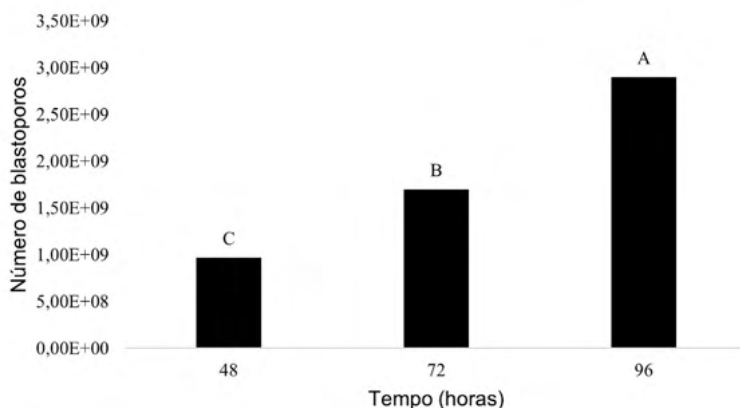



Figura 1. Número de blastosporos de *Beauveria bassiana* (ICBC 66) cultivado em meio de cultura líquido com diferentes tempos de crescimento.

Foi possível observar que o maior tempo de fermentação (96 horas) propiciou maior produção de blastosporos. Esse resultado pode ser justificado devido as condições de produção pois, a temperatura era constante, havia agitação e aeração o que favorece o desenvolvimento do fungo, provavelmente após 96 horas a produção de blastosporos se manteria constante.

Nesse estudo constatou-se que a produção de blastosporos aumentou ao longo do tempo de fermentação. Em pesquisa realizada por (MASCARIN et al., 2018) avaliaram a produção deste fungo em meio líquido contendo sais basais e uma quantidade fixa de glicose, constataram o aumento na produção dos blastosporos ao longo do tempo em meios de cultura líquidos quando complementados com fontes de nitrogênio.

No presente trabalho, foi possível demonstrar que a fermentação líquida produziu alta concentração de blastosporos para o fungo *B. bassiana* em um curto período de fermentação. A produção de blastosporos de *B. bassiana* via fermentação líquida pode facilitar o desenvolvimento de produtos comerciais a base de micoinseticidas por reduzir os custos de produção, diminuir a contaminação, diminuir o tempo de produção e permitir a produção em larga escala nas biofábricas. O uso do Tween 80% como conservante se dá pela hidrofobicidade das estruturas que através de seu uso possibilita a proteção dessas contra diferentes fatores ambientais e químicos. O motivo do uso do umectante Tween 80% se deve a facilidade de suspensão das estruturas (BRUM, 2012; PAULI, 2014).

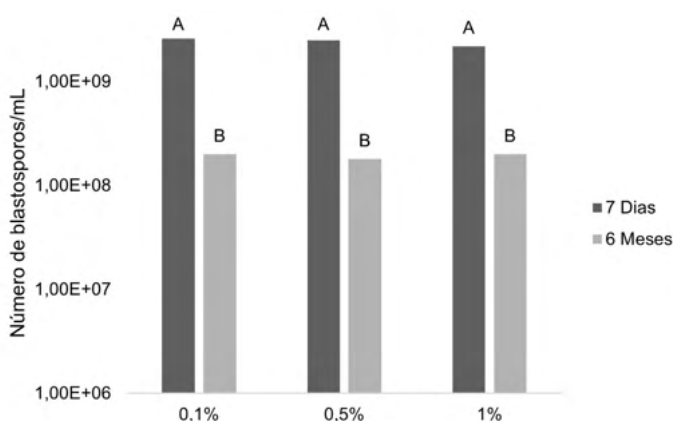



Figura 2. Número de blastosporos de *Beuaveria bassiana* IBCB 66 conservados com diferentes concentrações de Tween 80% ao longo do tempo.

Os resultados exibidos na Figura 2 demonstram que no sétimo dia de armazenamento a quantidade de estruturas avaliadas foi maior que ao sexto mês de armazenamento em todas as concentrações. Esse resultado deve-se ao fato de que blastosporos não resistem a longos tempos de armazenamento, tendo como recomendação a utilização em até três meses de produtos à base dessa estrutura. Através dessa pesquisa foi possível constatar que com o passar do tempo o número de blastosporos diminuiu e que as concentrações apresentaram variações na conservação.

Em pesquisa realizada por (MORALES; CAZORLA, 2017) foi estudado o efeito e a compatibilidade de dois surfactantes (Tween 20% e Tween 80%) em diferentes concentrações na germinação de isolados de *B. bassiana*. Nas concentrações testadas

abaixo de 1% (v/v), as taxas médias de germinação dos conídios de todos os isolados foram de 100%.

ALVES et al., 2002the viability of conidia mixed with eight emulsifiable adjuvant oils (EAO estudaram a compatibilidade de formulações a base de óleos adjuvantes emulsificáveis com conídios do fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* e nesse estudo foi constatado que esses podem ser usados para formular conídios sem efeitos adversos permanentes sobre a viabilidade conidial.

Sendo também uma boa alternativa na utilização como adjuvante na calda de pulverização, pois se misturam com água, permitindo a aplicação do micoinseticida com equipamentos convencionais já utilizados pelos produtores rurais, além da possibilidade em aumentar a infectividade do fungo (ALVES et al., 2000).

Os resultados obtidos nessa pesquisa mostram que o Tween 80% pode ser usado para conservar e armazenar de forma líquida essas estruturas a curto prazo ou longo prazo sob condições de resfriamento visto que, a concentração de blastosporos é considerada alta com o decorrer do tempo.

Sendo assim, essa pesquisa contribui para o desenvolvimento de técnicas que visam a produção e conservação de blastosporos de *B. bassiana*, podendo ser aplicadas na produção em grande escala em biofábricas.

## 4 | CONCLUSÕES

O maior tempo de fermentação líquida, 96 horas, permite a maior produção de blastosporos; o menor tempo de armazenamento, 7 dias, conservou a maior quantidade dessas estruturas.

## REFERÊNCIAS


ALVES, R.T.; BAREMAN, R.P. Evaluation of application techniques of emulsifiable adjuvant fungal formulation. In International Congress of Entomology, 21. Brazilian Congress of Entomology, 18. Foz de Iguaçu. Abstracts. Londrina: Embrapa Soja, 2000.

ALVES, R.T.; BATEMAN, R.P.; GUNN, J.; PRIOR, C.; LEATHER, S.R. Effects of Different Formulations on Viability and Medium-Term Storage of Metarhizium anisopliae Conidia. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 1, p. 91-99, 2002.

BRUM, R.B.C.S. Efeito de óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia)-Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, p. 135, 2012.

FARIA, M. R. D.; WRAIGHT, S. P. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. **Biological Control**, v. 43, n. 3, p. 237-256, 2007.

JACKSON, M.A.; SCHISLER, D.A.; SLININGER, P.J.; BOYETTE, C.D.; SILMAN, R.W.; BOTHAST, R.J. **Fermentation strategies for improving the fitness of a bioherbicide**. Weed Technology, Cambridge University Press, v. 10, n. 3, p. 645–650, 1996.

JACKSON, M. A. Optimizing nutritional conditions for the liquid culture production of effective fungal biological control agents. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 19, n. 3, p. 180-187, 1997.

JACKSON, M.A.; JARONSKI, S.T. Production of microsclerotia of the fungal entomopathogen *Metarhizium anisopliae* and their potential for use as a biocontrol agent for soil-inhabiting insects. **Mycological Research**, v. 113, n. 8, p. 842-850, 2009.

MASCARIN, G.M.; JACKSON, M.A.; KOBORI, N.N.; BEHLE, R.W.; DELALIBERA JÚNIOR, I. Liquid culture fermentation for rapid production of desiccation tolerant blastospores of *Beauveria bassiana* and *Isaria fumosorosea* strains. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 127, p. 11-20, 2015.

MASCARIN, G.M.; KOBORI, N.N.; JACKSON, M.A.; DUNLAP, C.A.; DELALIBERA JR., I. Nitrogen sources affect productivity, desiccation tolerance and storage stability of *Beauveria bassiana* blastospores. **Journal of Applied Microbiology**, v. 124, n. 3, p. 810-820, 2018.

MORALES, M.P.; CAZORLA, P.D. Efectos de dos surfactantes sobre la germinación in vitro de 13 aislamientos nativos de *Beauveria bassiana* sensu lato (Ascomycota), patógenos para *Rhodnius prolixus* (Triatominae). **Saber Cumana**, v.29, p.83-90, 2017.

PAULI, G. Incremento da vida de prateleira de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* em dispersões oleosas através de secagem de conídios, surfactantes e aditivos. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, p.159. 2014.

REZENDE, L.C. Fermentação líquida como estratégia para produção massal de conídios de *Trichoderma*. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, p. 55. 2017.

WENZEL, I.M.; MONTEIRO, A.C.; PEREIRA, G.T. Performance of *Lecanicillium lecanii* on culture media containing vitamins and yeast extract concentrations. **Bragantia**, v. 66, n. 3, p. 413-421, 2007.

# CAPÍTULO 11

# SISTEMAS DE PODA E FERTILIDADE DOS GOMOS. UM ASSUNTO REVISITADO? CASO DE ESTUDO COM A CASTA ARINTO NA REGIÃO DE LISBOA

*Data de aceite: 01/03/2022*
*Data de submissão: 06/12/2021*

**Ricardo Jorge Lopes do Egipto**
INIAV, I.P., Pólo de Dois Portos, Unidade de Investigação de Viticultura e Enologia, Quinta da Almoínha, Dois Portos

**João Sacramento Brazão**
INIAV, I.P., Pólo de Dois Portos, Unidade de Investigação de Viticultura e Enologia, Quinta da Almoínha, Dois Portos

**Jorge Manuel Martins Cunha**
INIAV, I.P., Pólo de Dois Portos, Unidade de Investigação de Viticultura e Enologia, Quinta da Almoínha, Dois Portos

**José Silvestre**
INIAV, I.P., Pólo de Dois Portos, Unidade de Investigação de Viticultura e Enologia, Quinta da Almoínha, Dois Portos

**José Eduardo Eiras Dias**
INIAV, I.P., Pólo de Dois Portos, Unidade de Investigação de Viticultura e Enologia, Quinta da Almoínha, Dois Portos

**RESUMO:** O sistema de condução tem como objectivo primordial a gestão espacial das unidades de frutificação (varas e/ou talões) de modo a maximizar a fertilidade da videira e a qualidade das uvas produzidas com um determinado objectivo. Os diferentes sistemas de condução da videira originam diferenças na área foliar total (AFT), na superfície foliar exposta (SFE), bem como no rácio SFE/AFT, condicionando o microclima luminoso das folhas e a sua eficiência fotossintética, além da diferenciação floral nos gomos, a exposição dos cachos, a transpiração e o estado hídrico da videira. A poda é um dos principais garantes da manutenção do sistema de condução e selecção das estruturas de frutificação, bem como da manipulação do potencial produtivo da videira. Dado o condicionamento provocado pelos sistemas de poda e de condução no microclima do coberto da videira, em particular no microclima dos gomos em desenvolvimento, serão expectáveis diferenças na fertilidade dos gomos em função da sua posição no sarmento. Este argumento constitui a fundamentação de base para a tomada de decisão de podar em sistemas de poda longa (à vara) ou de poda curta (a talão). Apresentam-se resultados da influência do sistema de poda (Guyot e Royat) na fertilidade potencial dos gomos da casta Arinto em dois condicionalismos edafo-climáticos da região de Lisboa. Discute-se a opção de alteração do sistema de poda em castas com baixa fertilidade potencial.

**PALAVRAS-CHAVE**: Sistemas de poda, fertilidade potencial, videira.

## PRUNING SYSTEMS AND BUD FERTILITY. A REVISITED ISSUE? CASE STUDY WITH ARINTO VARIETY AT LISBON WINEGROWING REGION

**ABSTRACT:** The pruning system has as one of its primary objectives the spatial management of the fruiting units (spurs or canes) to maximize the yield and grape quality. The different training

systems give rise to differences in the total leaf area (TLA), in the exposed leaf surface (ELS), as well as in the TLA/ELS ratio, conditioning the canopy light microclimate and the leaf photosynthetic efficiency, in addition to the bud floral differentiation, bunch exposure and leaf transpiration. Pruning is a key factor to manage the training system and to the selection of fruiting units, as well as the manipulation of vines productive potential. Due to the conditioning of the pruning and training systems in the canopy microclimate, in particular in the microclimate of the developing buds, differences in bud fertility are expected. This argument is the basis for the decision to cane or spur pruning the grapevines. Results of the influence of the pruning system (Guyot and Royat) on the potential fertility of the buds of the Arinto variety in two vineyards of Lisbon winegrowing region are presented. The option of pruning system selection in varieties with low potential fertility is discussed.
**KEYWORDS**: Pruning systems, potential bud fertility, grapevine.

## 1 I INTRODUÇÃO

Em castas com baixa fertilidade, em particular dos gomos basais, é prática usual a utilização de sistemas de poda longa, de modo a manter os gomos do terço médio da vara, geralmente mais férteis, e assim obter ganhos de produção (JACKSON, 2001). Contudo, a produtividade da videira depende de um conjunto de factores que ocorrem escalonados ao longo do ciclo vegetativo da videira, e que isolados são normalmente denominados componentes de produção. Neste conjunto de factores incluem-se não só a fertilidade dos gomos, mas também o abrolhamento dos gomos, o vingamento das flores e o peso dos bagos (LÓPEZ-MIRANDA et al., 2004). Deste modo, é possível quantificar a produção de uma videira com base na equação:

$$Produção\left(\frac{kg}{vid}\right) = Carga\ poda\left(\frac{nº\ olhos}{videira}\right) * \%Abrolhamento\left(\frac{nº\ olhos\ abrolhados}{nº\ olhos\ à\ poda}\right) * IFP\left(\frac{nº\ inflorescências}{olho\ abrolhado}\right) * \left(\frac{nº\ bagos}{inflorescência}\right) * \left(\frac{peso}{bago}\right)$$

A variabilidade espacial e temporal de um conjunto de factores abióticos (radiação solar, temperatura, humidade, disponibilidade hídrica, etc.) a que a videira está exposta desde a diferenciação dos primórdios florais, nos gomos em desenvolvimento nos pâmpanos em crescimento, até à vindima desses cachos no ano seguinte (KELLER, 2010), assim como as práticas de gestão da vinha nesse período, têm uma influência determinante sobre os diferentes componentes de produção, com resultados concretos na produção.

A diferenciação dos primórdios florais durante a fase de desenvolvimento dos gomos é condicionada pela temperatura do ar e a radiação solar disponível (DRY, 2000; SRINIVASAN & MULLINS, 1981), bem como pela disponibilidade hídrica do solo. A radiação solar disponível à superfície do coberto vegetal varia com a latitude do local, a inclinação e exposição da parcela de vinha, com a época do ano, hora do dia e as condições atmosféricas (nomeadamente nebulosidade), contudo a quantidade de radiação solar interceptada

à superfície e no interior do coberto vegetal é fortemente influenciada pela estrutura geométrica e densidade do coberto vegetal da videira (DOKOOZLIAN & KLIEWER, 1995; SMART & ROBINSON, 1991). Assim, apesar de a intensidade de radiação solar ambiente não ser limitante, grande parte da radiação disponível é absorvida à superfície da canópia, sendo apenas uma pequena fracção transmitida ao interior da sebe, limitando deste modo a intensidade de radiação absorvida pelos pâmpanos em desenvolvimento no interior da canópia. A maioria dos estudos indica que o ensombramento a que os pâmpanos no interior do coberto vegetal são sujeitos, resulta em gomos menos férteis que o de pâmpanos que se desenvolvem na face da canópia (DRY, 2000). Daqui resulta que o microclima luminoso dos gomos na zona de renovação das unidades de frutificação é referido como o principal responsável pelas condições em que ocorre a diferenciação floral e o abrolhamento dos gomos (KLIEWER, 1982). Por este motivo, a baixa fertilidade dos gomos basais de castas vigorosas é muitas vezes associada à baixa intensidade de radiação solar interceptada na zona de renovação das unidades de frutificação (DRY, 2000).

BUTTROSE (1970) refere que, apesar das diferenças varietais, a diferenciação floral ocorre sem limitações a temperaturas entre os 20 e os 35 ºC. Fora deste intervalo de temperatura, as diferenças observadas resultam na redução e/ou atraso na diferenciação dos primórdios florais no gomo. KELLER (2010) refere ainda que, na maioria das castas, devido ao forte efeito modulador das condições ambientais, entre eles a temperatura, apenas os seis a oito gomos basais dos pâmpanos têm oportunidade de diferenciar primórdios florais.

Também o défice hídrico exerce a sua influência na fertilidade dos gomos. Enquanto um défice moderado, pela sua influência positiva no microclima do coberto, promove a diferenciação floral dos gomos, um *stress* hídrico severo, devido ao efeito repressor, directo e/ou indirecto, sobre a quantidade de fotoassimilados produzidos, pode reduzir o número de inflorescências diferenciadas nos gomos (KELLER, 2010), assim como reduzir o vingamento no período de floração (LOPES et al., 2016; PONI et al., 2009). Outro factor com grande influência sobre a produção da videira é o abrolhamento. O abrolhamento depende, em grande medida, da carga à poda (SMART & ROBINSON, 1991) e do seu equilíbrio com o vigor da videira (ELTOM et al., 2014; ROSNER & COOK, 1983). O abrolhamento e fases iniciais do desenvolvimento dos jovens pâmpanos são influenciados pelas reservas nas estruturas perenes da videira (CLINGELEFFER, 2009; JACKSON, 2001) e têm um papel modelador do vigor e produtividade da videira. Em videiras podadas à vara, o baixo vigor e/ou a dominância apical podem reduzir o abrolhamento e/ou o desenvolvimento dos jovens pâmpanos, condicionando a produção da videira. A redução do abrolhamento e desenvolvimento dos gomos mais férteis pode mesmo comprometer a produção (ROSNER & COOK, 1983). Durante o período de floração, a temperatura e a humidade relativa do ar condicionam o vingamento das flores da videira. De notar que além das condições ambientais adversas neste período, sebes muito densas e ensombradas podem contribuir para um mau

vingamento das flores e até mesmo ampliá-lo (SMART & ROBINSON, 1991). A disponibilidade hídrica das videiras afecta o volume e, consequentemente, o peso dos bagos (CHAVES et al., 2010). O stress hídrico moderado entre a floração e o pintor reduz irreversivelmente a multiplicação celular nos jovens bagos em crescimento, originando bagos de menor dimensão (ROBY & MATTHEWS, 2004; KENNEDY et al., 2002; OJEDA et al., 2002). Após o pintor a disponibilidade hídrica condiciona a dimensão dos bagos. Assim o *stress* hídrico mais intenso poderá levar à perda de turgescência do bago, reduzindo o seu peso, e em situações extremas, associado a elevada demanda atmosférica, poderá levar ao seu dessecamento (OJEDA, 2001). O peso do cacho é resultado do peso e número de bagos por cacho, e outra das componentes directamente relacionada com a produção da videira. A variabilidade do peso do cacho está relacionada com as condições ambientais em sentido lato (incluindo não só as condições edafoclimáticas do meio, como também as induzidas pela gestão da vinha), quer na primavera/verão do ano em que ocorre a formação dos primórdios florais nos gomos em desenvolvimento, condicionando o número de cachos por pâmpano, quer na primavera do ano seguinte, condicionando inicialmente o número de flores por inflorescência e, posteriormente, a fecundação e vingamento dos bagos (KELLER, 2010). Além dos efeitos na fertilidade, no período do vingamento à maturação, os factores anteriormente enunciados podem fazer variar o número e peso dos bagos e, consequentemente o peso do cacho.

Apesar do peso das diferentes componentes de rendimento na produtividade variar entre castas, esta deve-se, em grande parte, ao número de cachos por videira. Contudo, o número de cachos por videira poderá não estar directamente correlacionado com a fertilidade dos gomos, mas com o maior número de pâmpanos abrolhados (JACKSON, 2001; DRY, 2000). A definição das unidades de frutificação e da carga à poda, pela sua acção nas reservas, vigor e abrolhamento da planta têm um efeito regulador da produção da videira. LÓPEZ-MIRANDA et al., 2004, observaram na casta Verdejo, elevadas correlações entre o abrolhamento e a produtividade da casta. Convém referir que a densidade de sarmentos alvo definida à poda pelo número de olhos por unidade de frutificação, é menos variável em sistemas de poda curta, a talão, que em sistemas de poda longa (JACKSON, 2001). O efeito de dominância apical nas varas, assim como a menor proporção de reservas em estruturas permanentes (quando comparados com sistemas podados em talão) poderá conduzir a uma redução do abrolhamento, ou ao abrolhamento de pâmpanos com fraco desenvolvimento. A produção da videira poderá assim ser condicionada quer pela redução do número quer da dimensão dos cachos.

O Arinto é uma casta vigorosa, com baixa fertilidade potencial, com cachos grandes a muito grandes e uma variabilidade da produção média-alta (EIRAS-DIAS et al., 2011). A baixa fertilidade potencial da casta, tem como consequência a pequena variabilidade do número de cachos por sarmento. A frequência de sarmentos com dois cachos é rara a nula, sendo frequente a ausência ou a presença de apenas um cacho.

Neste trabalho, são apresentados um conjunto de resultados da comparação de

poda a talão, em cordão Royat bilateral, e poda à vara em Guyot bilateral, na casta Arinto em duas quintas da região de Lisboa. Discutem-se os efeitos do sistema de poda na densidade de sarmentos, área foliar, vigor e fertilidade potencial dos gomos das unidades de frutificação, em função da ordem de distribuição na vara ou talão.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho procedeu-se ao estudo comparativo do comportamento agronómico e enológico da casta Arinto face a diferentes condições edafo-climáticas. O dispositivo experimental foi implementado num talhão monovarietal, replicado em duas situações edafo-climáticas da região vitivinícola de Lisboa. As parcelas experimentais selecionadas foram instaladas na (1) Quinta da Boavista (QB), propriedade da Casa Santos Lima - Companhia das Vinhas, S.A., localizada na Aldeia Galega da Merceana, concelho de Alenquer e na (2) Quinta de São Francisco (QSF), propriedade da Companhia Agrícola do Sanguinhal, localizado no Cadaval, concelho do Bombarral. O dispositivo experimental foi instalado em linhas de 6 plantas, com 4 repetições, num total de 24 plantas, com potencial para produzir 40 kg de uva para vinificação. O presente trabalho estuda a influência do sistema de poda na fertilidade potencial dos gomos da casta Arinto. Para o efeito na QB foi usada uma unidade experimental composta por 12 videiras podadas no sistema Guyot bilateral e uma unidade experimental com 12 videiras podadas no sistema de cordão Royat unilateral, todas conduzidas em monoplano vertical ascendente (MVA). Na QSF, a unidade experimental foi composta por 24 videiras podadas no sistema Guyot bilateral e conduzidas em MVA. A carga média variou entre 15 a 20 olhos nas videiras podadas no sistema Guyot, distribuídos por duas varas e 11 a 12 olhos nas videiras podadas em cordão Royat, distribuídos por cinco a seis talões.

Foram efectuados registos gomo a gomo (com referência ao talão/vara de origem e ordem do gomo) das diferentes componentes da produção:

- *Carga à poda e Abrolhamento*: (***i***) carga à poda, avaliada pelo número de olhos francos por unidade de frutificação (e videira) e da (***ii***) percentagem de abrolhamento;
- *Fertilidade*: (***i***) Índice Fertilidade Potencial (IFP), avaliada pelo número de Inflorescências por gomo franco abrolhado e da (***ii***) percentagem de pâmpanos sem cachos e com um cacho.
- *Número e peso médio do cacho*: Todas as videiras selecionadas foram vindimadas, anotando o número de cachos e a produção por videira. Com base nestes registos determinou-se o peso médio por cacho.

Além dos registos relativos aos componentes do rendimento, ao pintor procedeu-se à caracterização do coberto vegetal pela determinação das dimensões da sebe em 5 videiras por unidade experimental e pela determinação da área foliar (área foliar principal

e secundária), usando para o efeito um conjunto de 2 sarmentos por cada 3 videiras, de carga e vigor médio. Para a determinação da área foliar foi usado o método de LOPES & PINTO (2005) modificado. No modelo descrito por LOPES & PINTO (2005), a estimativa da área da folha maior e menor das folhas principais e das netas, foi substituída pela área determinada em fotografia com fundo contrastante e escala. À poda procedeu-se à determinação do número de sarmentos por videira e do peso médio por sarmento. Com base nos dados recolhidos foram ainda determinados alguns indicadores da densidade da sebe (MABROUK & SINOQUET, 1998), tais como a densidade de sarmentos por comprimento da canópia (SDm) (SHAULIS, 1980), a densidade de área foliar ($LA_D$), como definido por SCHULTZ (1995) e o rácio entre a área foliar total (AFt) e a superfície foliar exposta (SFE), por videira (SMART, 1985).

A gestão e manutenção das parcelas do ensaio ocorreu de acordo com as práticas culturais adoptadas em cada Quinta.

# 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1 Caracterização clima e fenologia

Apesar de algum distanciamento geográfico, a temperatura do ar e a precipitação acumulada evoluiu de modo semelhante nas duas quintas, em 2017 e 2018. No período de repouso vegetativo, a temperatura do ar foi mais elevada na QSF. No período estival, a temperatura máxima do ar foi mais elevada na QB. A precipitação acumulada no período de repouso vegetativo (Janeiro a Março) de 2017 e 2018, foi reduzida (180 a 230 mm). Apesar da precipitação no período vegetativo ter sido cerca de três vezes superior em 2018 face ao observado em 2017, a precipitação ocorrida neste período nunca excedeu os valores acumulados no período de repouso vegetativo (Tab. 1).

| | | QSF | | | | QB | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Temperatura (ºC) | | | Precip. | Temperatura (ºC) | | | Precip. |
| ANO | Período (mês) | Máx | Média | Min | Acum. (mm) | Máx | Média | Min | Acum. (mm) |
| 2017 | 1 a 3 | 15.4 | 12.1 | 8.9 | 228.7 | 13.9 | 11.9 | 9.9 | 226.3 |
| | 4 a 9 | 23.2 | 18.9 | 14.7 | 68.3 | 22.5 | 19.6 | 16.6 | 67.2 |
| | 7 | 23.4 | 19.9 | 16.3 | 5.8 | 23.6 | 20.7 | 17.8 | 1.5 |
| | 8 | 25.1 | 20.5 | 15.9 | 3.9 | 29.4 | 21.1 | 15.4 | 1.8 |
| | 9 | 22.9 | 18.4 | 14.2 | 5.0 | 26.7 | 18.7 | 13.5 | 1.3 |
| 2018 | 1 a 3 | 14.1 | 11.0 | 8.1 | 216.8 | 12.0 | 8.9 | 5.6 | 181.2 |
| | 4 a 9 | 22.1 | 18.3 | 14.4 | 192.5 | 23.7 | 19.0 | 14.2 | 172.9 |
| | 7 | 22.2 | 19.5 | 16.9 | 2.3 | 23.2 | 19.7 | 16.1 | 1.8 |
| | 8 | 27.0 | 21.9 | 16.9 | 1.4 | 29.5 | 23.4 | 17.3 | 0.6 |
| | 9 | 26.4 | 21.3 | 16.2 | 3.7 | 29.4 | 23.3 | 17.2 | 0.9 |

Tabela 1 – Temperatura máxima (Máx), média (Média) e mínima (Min) do ar, Precipitação acumulada (Precip. Acum.) no período de janeiro a março (1 a 3), abril a setembro (4 a 9) e nos meses de julho (7), agosto (8) e setembro (9) de 2017 e 2018 na Quinta de São Francisco (QSF), Cadaval, e Quinta da Boavista (QB), Aldeia Galega da Merceana.

Resultado das pequenas diferenças climáticas observadas, também a fenologia apresentou uma evolução semelhante nas duas quintas. Apesar do abrolhamento mais precoce na QSF, a duração dos intervalos entre os estados fenológicos seguintes foi sempre menor na QB. Observou-se na QB um avanço à floração de 1 a 8 dias, ao pintor de 6 a 7 dias e vindimas mais precoces, 9 e 6 dias, em 2017 e 2018 respectivamente (Tab. 2).

| | QSF | | QB | |
|---|---|---|---|---|
| ***DATA*** | **2017** | **2018** | **2017** | **2018** |
| **Abrolhamento** | 15-03-2017 | 25-03-2018 | 17-03-2017 | 28-03-2018 |
| ***DURAÇÃO*** *(dias)* | | | | |
| **Abr - Flor** | 56 | 66 | 55 | 58 |
| **Flor - Pintor** | 88 | 82 | 82 | 75 |
| **Pintor - Mat** | 47 | 41 | 38 | 35 |

Tabela 2 – Data de abrolhamento e duração, em dias, do período entre o abrolhamento (Abr) e floração (Flor), entre a floração e o pintor (Pintor) e entre o pintor e a vindima (Mat) em 2017 e 2018 na Quinta de São Francisco (QSF) e na Quinta da Boavista (QB).

A fenologia observada reflectiu as condições climáticas, nomeadamente da temperatura média do ar, em cada um dos ensaios nos dois anos de ensaio.

### 3.2 Carga à poda e abrolhamento

A carga à poda diferiu entre sistemas de poda e parcelas de ensaio. Contudo, apesar das desigualdades entre unidades experimentais, apenas se verificam diferenças significativas na percentagem de gomos abrolhados e de abrolhamentos duplos por olho deixado à poda, entre sistemas de poda (Tab. 3). O sistema de poda em cordão Royat bilateral, resultado do maior vigor das videiras e da quantidade de reservas das unidades de frutificação (em lenha com dois ou mais anos), resultou em percentagens de abrolhamento 20 a 30% superiores às observadas nos sistemas de poda à vara. Com excepção da parcela da QSF em 2018, o menor vigor das videiras podadas à vara resultou numa menor percentagem de abrolhamentos duplos (Tab. 3).

| Ano | Local | Poda | Carga Poda | | % Abrolhamento | | % Abrolhamentos duplos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2017 | QSF | Guyot | 14.8 | b | 64.6 | b | 2.3 | b |
| | QB | Guyot | 20.7 | a | 69.1 | b | 1.6 | b |
| | | Royat | 11.4 | c | 93.6 | a | 8.9 | a |
| | | *sig.* | *** | | *** | | *** | |
| 2018 | QSF | Guyot | 16.6 | b | 76.7 | b | 6.5 | ab |
| | QB | Guyot | 20.0 | a | 70.0 | b | 2.7 | b |
| | | Royat | 11.3 | c | 91.2 | a | 7.6 | a |
| | | *sig.* | *** | | *** | | * | |

Tabela 3 – Carga à poda, percentagem de abrolhamento e percentagem de abrolhamentos duplos das modalidades podadas em Guyot bilateral (Guyot) e cordão Royat bilateral (Royat), na Quinta de São Francisco (QSF) e Quinta da Boavista (QB) em 2017 e 2018.

Resultados do teste ANOVA entre tratamentos de sistema de poda (n.s. – sem diferenças significativas; *, **, *** - significativamente diferentes a um nível $p < 0.05$, 0.01 e 0.001, respectivamente, N=24). Resultados seguidos da mesma letra não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a um nível de confiança de 95%.

## 3.3 Caracterização do coberto vegetal

A Tabela 5 caracteriza a sebe das videiras podadas em sistema Guyot e cordão Royat bilateral. Os resultados da densidade de sarmentos, expressos em número de sarmentos por metro de sebe (SDm) reflectem a carga à poda em cada um dos sistemas de poda. Apesar das diferenças observadas na percentagem de abrolhamento, estas não influenciaram o efeito da carga à poda na densidade de sarmentos. Resultado do efeito do maior vigor, da maior disponibilidade de reservas proporcionada pelos sistemas de poda em talão, e da menor dominância exercida sobre os gomos da base do talão, a área média da folha dos sarmentos principais e das netas foi tendencialmente superior nestas videiras. O mesmo resultado foi verificado com a área foliar total e área foliar das netas por videira.

| ANO | LOCAL | SIST. PODA | SDm (sarm/m) | AFp ($cm^2$) | AFn ($cm^2$) | AFt ($m^2$) | AFn (%AFt) | AFt / SFE | $LA_D$ ($m^2/m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2017** | **QSF** | **Guyot** | 10.68 | 234.2 | 69.2 | 5.4 | 30.9 | 1.52 | 6.34 |
| | **QB** | **Guyot** | 18.18 | 119.0 | 60.6 | 7.0 | 32.5 | 2.01 | 6.76 |
| | | **Royat** | 11.06 | 224.6 | 84.5 | 11.4 | 66.9 | 2.84 | 11.33 |
| **2018** | **QSF** | **Guyot** | 12.69 | 196.4 | 112.0 | 6.6 | 35.5 | 1.87 | 8.25 |
| | **QB** | **Guyot** | 16.67 | 144.8 | 54.5 | 5.2 | 26.4 | 1.42 | 5.55 |
| | | **Royat** | 11.67 | 277.7 | 121.8 | 14.3 | 56.2 | 3.35 | 10.22 |

Tabela 4 - Caracterização da sebe das videiras das unidades experimentais da casta Arinto podadas em sistema Guyot bilateral e cordão Royat bilateral, na Quinta de São Francisco (QSF) e Quinta da Boavista (QB) nos anos de 2017 e 2018. Apresentam-se dados relativos à densidade de sarmentos por metro de sebe (SDm), expressa em sarmentos por metro (sarm/m), à área média da folha dos sarmentos principais (AFp) expressa em $cm^2$, à área média da folha das netas (AFn) expressa em $cm^2$, à área foliar total da videira (AFt), expressa em $m^2$, área foliar das netas, por videira (AFn), expressa em percentagem da AFt, do rácio AFt – superfície foliar exposta (SFE), adimensional, e da densidade de área foliar ($LA_D$), expressa em $m^2$ de área foliar por volume ($m^3$) de sebe.

A maior carga das videiras podadas em Guyot na QB (em 2017 e 2018) promoveu uma redução do vigor das plantas, com o peso médio do sarmento *ca.* 40-80% do observado nas restantes unidades experimentais (dados não apresentados) e a área média das folhas principais e das netas e reduzir para *ca.* 30-50%. Em resultado, as videiras podadas em Guyot na QB apresentaram uma densidade de área foliar da sebe semelhante à observada na QSF. Por seu lado, o maior vigor das videiras podadas em cordão Royat na QB, com área média das folhas maior e maior área foliar total, originou uma maior densidade de área foliar da sebe comparativamente às videiras podadas em Guyot.

## 3.4 Fertilidade

Os resultados observados em 2017 apenas reflectem a diferença de fertilidade nas duas unidades experimentais. De facto, as videiras podadas em Guyot bilateral na QSF apresentaram um maior IFP, bem como uma maior percentagem de pâmpanos com uma inflorescência (PAMP1c) (Tab. 4). Em 2018, apesar do IFP e PAMP1c serem superiores nas videiras podadas em Guyot bilateral, as diferenças entre sistemas de poda não foram significativas em qualquer das parcelas de ensaio.

| | LOCAL | Poda | IFP | | PAMP0c | | PAMP1c | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2017 | QSF | Guyot | 0.72 | a | 30.8 | b | 67.7 | a |
| | QB | Guyot | 0.50 | b | 50.7 | a | 48.8 | b |
| | | Royat | 0.51 | b | 53.3 | a | 45.3 | b |
| | | *sig.* | ** | | ** | | ** | |
| 2018 | QSF | Guyot | 0.85 | | 21.8 | | 74.2 | |
| | QB | Guyot | 0.86 | | 18.7 | | 78.1 | |
| | | Royat | 0.80 | | 26.0 | | 68.9 | |
| | | *sig.* | *n.s.* | | *n.s.* | | *n.s.* | |

Tabela 5 – Caracterização da fertilidade potencial, descrita pelo número de inflorescências por gomo franco abrolhado (IFP – índice de Fertilidade Potencial), da percentagem de pâmpanos sem inflorescências (PAMP0c) e percentagem de pâmpanos com uma inflorescência (PAMP1c) segundo o sistema de poda (Guyot e Royat) na Quinta de São Francisco (QSF) e Quinta da Boavista (QB), nos anos de 2017 e 2018.

Resultados do teste ANOVA entre tratamentos de sistema de poda (n.s. – sem diferenças significativas; *, **, *** - significativamente diferentes a um nível $p < 0.05$, 0.01 e 0.001, respectivamente, N=24). Resultados seguidos da mesma letra não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a um nível de confiança de 95%.

Quando analisada a fertilidade, pelo número médio de inflorescências por ordem do gomo abrolhado, verifica-se, tal como descrito pela maioria dos autores, uma maior fertilidade do terço médio, ou superior, das varas Guyot (QBv e QSFv) (Fig. 1). Contudo, a maior fertilidade dos gomos do terço médio e superior da vara não foi consistente nos dois anos observados. Enquanto em 2017 a fertilidade dos dois terços terminais da vara (QSFv)

foi superior à fertilidade observada nos talões, em 2018 essa diferença não foi notória. Na Figura 1 podemos observar a variabilidade interanual existente na fertilidade dos gomos quer das varas (QBv e QSFv), quer dos talões (QBt) (Fig. 1A vs Fig. 1B). A fertilidade dos gomos basais das varas na QSF foi semelhante à dos gomos dos talões na QB, não denotando qualquer efeito resultante da maior densidade de área foliar nas videiras da unidade experimental da QB (Tab. 5).

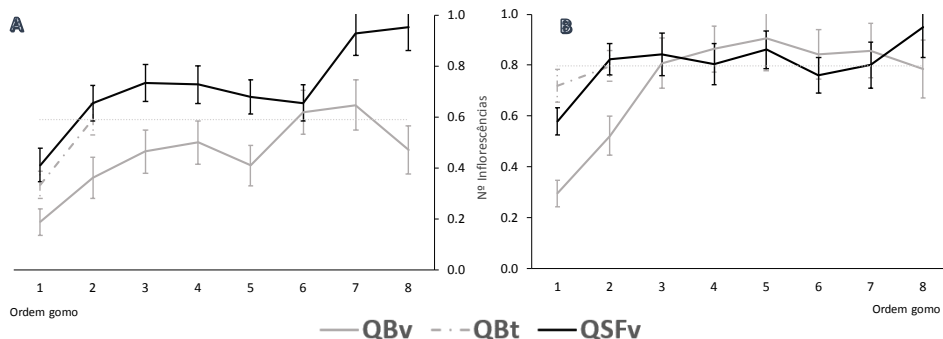



Figura 1 – Número médio de inflorescências por ordem do gomo nas videiras das unidades experimentais da Quinta da Boavista (QB), podadas no sistema cordão Royat (QBt) e em Guyot (QBv), e da Quinta de São Francisco (QSF) podadas em Guyot (QSFv), em (A) 2017 e (B) 2018. As médias são resultado de 70 a 75 amostras, por ordem do gomo, na QBt, de 25 a 30 amostras na QBv e de 35 a 50 amostras na QSFv. As barras horizontais representam o erro padrão da média do número de inflorescências contadas em cada pâmpano.

De salientar a baixa fertilidade da casta Arinto, com cerca de 65% dos pâmpanos observados com apenas uma inflorescência e 34% sem qualquer inflorescência (n=1220). São raros os pâmpanos com duas inflorescências, independentemente da ordem do gomo no qual tiveram origem. Em 2017 a percentagem de pâmpanos com duas inflorescências foi de 0.5 a 1.5%, enquanto em 2018 aquela percentagem, apesar de superior não passou de 5%.

## 3.5 Produção

A baixa fertilidade da casta Arinto, associada ao menor vigor e abrolhamento nas varas de Guyot, reflectiu-se no número de cachos à vindima, idêntico em todas as unidades experimentais. O maior vigor e maior superfície foliar das videiras podadas em cordão Royat resultou em cachos de maior dimensão, com peso médio significativamente superior. O contributo do peso médio do cacho na produção foi significativo (Tab. 6)

| LOCAL | PODA | Nº Cachos | Peso Cacho (g) | | Produção (kg) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| QB | Guyot | 9 | 242.5 | b | 2.1 | b |
| QSF | Guyot | 8 | 274.2 | b | 2.2 | b |
| QB | Royat | 9 | 498.6 | a | 4.6 | a |
| | *sig.* | *n.s.* | *** | | *** | |

Tabela 6 – Número de cachos, peso médio do cacho (g) e produção (kg) por videira, nas unidades experimentais podadas em Guyot e cordão Royat da Quinta da Boavista (QB) e Quinta de São Francisco (QSF), em 2017 e 2018.

Teste ANOVA entre tratamentos de sistema de poda (n.s. – sem diferenças significativas; *, **, *** - significativamente diferentes a um nível $p < 0.05$, 0.01 e 0.001, respectivamente, N=24). Resultados seguidos da mesma letra não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a um nível de confiança de 95%.

## 4 | CONCLUSÕES

Atendendo às características do ensaio, os resultados aqui apresentados são meramente indicativos da resposta da casta Arinto às condições particulares do dispositivo experimental usado. Contudo, ainda que a título informativo, os resultados obtidos são indicadores da variabilidade introduzida pelos sistemas de poda longa (tipo Guyot) no abrolhamento e vigor das videiras, comparativamente aos sistemas de poda curta (tipo Royat). A variabilidade observada na produção da casta Arinto, dada a sua baixa fertilidade potencial (0.5 a 0.8 inflorescências por gomo abrolhado) foi, em grande parte, resultado do peso médio do cacho. Apesar da maior fertilidade aparente dos gomos do terço médio do sarmento e da maior carga à poda proporcionada pelo sistema de poda à vara, a menor percentagem de gomos abrolhados, nomeadamente no terço médio da vara sempre que a empa não foi efectuada de modo correcto, associada à baixa fertilidade natural da casta, não compensou o maior peso do cacho proporcionado pelos sistemas de poda curta. Assim, em castas com baixa fertilidade, os baixos ganhos de fertilidade proporcionados pelos sistemas de poda à vara (tipo Guyot) associados ao acréscimo de custos, por maior dificuldade de mecanização e maior necessidade de mão-de-obra, sugerem ponderação na tomada de decisão do sistema de poda a adoptar.

## AGRADECIMENTOS

Trabalho realizado no âmbito do projecto CENTRO-04-3928-FEDER-000001 **-** Projeto Estratégico de Apoio à Fileira do Vinho na Região Centro – Avaliação do comportamento agronómico e enológico de castas recomendadas e outras castas autóctones com potencial interesse para a região da CVR Lisboa.

Agradecemos à Casa Santos Lima - Companhia Das Vinhas, S.A. e à Companhia Agrícola do Sanguinhal, Lda. pela disponibilidade das parcelas de vinha do ensaio e apoio ao longo da execução dos trabalhos.

Ao Miguel Damásio e Francisco veiga pelo apoio prestado na recolha de dados.

## REFERÊNCIAS

Bergqvist J., Dokoozlian N., Ebisuda N., 2001. **Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California**. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52: 1-7.

Buttrose, M.S. (1970) **Fruitfulness in grapevines: The response of different cultivars to light, temperature and daylength**. Vitis, 9: 121–125.

Chaves MM, Zarrouk O, Francisco R, Costa JM, Santos TP, Regalado AP, Rodrigues ML, Lopes CM, 2010. **Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data**. Annals of Botany, 105: 661–676. *https://doi.org/10.1093/aob/mcq030*

Clingeleffer, PR, 2009. **Influence of canopy management systems on vine productivity and fruit composition**. *In*: Dokoozlian and Wolpert (Eds.). Recent Advances in Grapevine Canopy Management. University of California, Davis, pp. 13-21.

Costa JM, Lopes CM, Rodrigues ML, Santos TP, Francisco R , Zarrouk O, Regalado A, Chaves MM, 2012. **Deficit Irrigation in Mediterranean Vineyards - a Tool to Increase Water Use Efficiency and to Control Grapevine and Berry Growth**. Proc. XXVIIIth IHC – IS Viti&Climate: Effect of Climate Change on Production and Quality of Grapevines and Their Products (Eds.): B. Bravdo and H. Medrano. Acta Hort. (ISHS), 931: 159-170.

Dokoozlian, NK & Kliewer, WM, 1995. **The light environment within grapevine canopies. I. Description and seasonal changes during fruit development**. American Journal of Enology and Viticulture 46: 209-218.

Dokoozlian NK & Kliewer WM, 1996. **Influence of light on grape berry growth and composition varies during fruit development**. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121: 869- 874.

Dry PR, 2000. **Canopy management for fruitfulness**. Australian Journal of Grape and Wine Research, 6: 109-115.

Eiras-Dias J, Faustino R, Clímaco P, Fernandes P, Cruz A, Cunha J, Veloso M, 2011. **Catálogo das castas para vinho cultivadas em Portugal** - Volume I. IVV, Lisboa.

Eltom, M., Winefield, C.S., Trought, M.C.T., 2014. **Effect of pruning system, cane size and season on inflorescence primordia initiation and inflorescence architecture of Vitis vinifera, L. Sauvignon Blanc**. Australian Journal of Grape and Wine Research 20: 459–464. *https://doi.org/10.1111/ajgw.12097*

Jackson, D., 2001. **Monographs in Cool Climate Viticulture – I. Pruning and Training**. Daphne Brasell Associates and Lincoln University Press, New Zealand. 78 p.

Keller, M, 2010. **Managing grapevines to optimise fruit development in a challenging environment: a climate change primer for viticulturists**. Australian Journal of Grape and Wine Research, 16: 56–69.

Kennedy JA, Matthews MA, Waterhouse AL. 2002. **Effect of maturity and vine water status on grape**

**skin and wine flavonoids**. American Journal of Enology and Viticulture, 53: 268–274.

Kliewer WM, 1982. **Vineyard canopy management: a review**. In: Webb AD (Ed.). Grape and Wine Centennial Proceedings, University of California, Davis. USA. Pp. 342-352

Lopes CM & Pinto PA, 2005. **Easy and accurate estimation of grapevine leaf area with simple mathematical models**. Vitis, 44: 55–61.

Lopes CM, Egipto R, Zarrouk O, Chaves MM, 2016. **Is early defoliation a sustainable vineyard practice? A case study with CV. Aragonez (Syn. Tempranillo) in a Mediterranean terroir**. Proceedings of the X International Symposium on Grapevine Physiology and Biotechnology, Verona, Italy.

López-Miranda, S, Yuste, J, Lissarrague, JR. 2004. **Effects of bearing unit, spur or cane, on yield components and bud productivity**. Vitis, 43: 47–48.

Mabrouk, H. & Sinoquet, H., 1998. **Indices of light microclimate and canopy structure of grapevines determined by 3D digitising and image analysis, and their relationship to grape quality**. Australian Journal of Grape and Wine Research 4: 2-13.

Ojeda H, Andary C, Kraeva E, Carbonneau A, Deloire A, 2002. **Influence of Pre- and Postveraison Water Deficit on Synthesis and Concentration of Skin Phenolic Compounds during Berry Growth of Vitis vinifera cv. Shiraz**. Am. J. Enol. Vitic. 53: 261- 267.

Ojeda H, Deloire A, Carbonneau A, 2001. **Influence of water deficits on grape berry growth**. Vitis, 40: 141-145.

Poni, S., Bernizzoni, F., Civardi, S., Libelli, N. (2009) – **Effects of Pre-bloom Leaf Removal on Growth of Berry Tissues and Must Composition in Two Red Vitis vinífera L. Cultivars**. Australian Journal of Grape and Wine Research, 15: 185-193.

Roby G & Matthews MA, 2004. **Relative proportions of seed, skin and flesh, in ripe berries from Cabernet Sauvignon grapevines grown in a vineyard either well irrigated or under water deficit**. Australian Journal of Grape and Wine Research 10: 74–82.

Rosner N, Cook JA, 1983. **Effects of differential pruning on Cabernet Sauvignon grapevines**. American Journal of Enology and Viticulture, 34: 243-248.

Schultz HR, 1995. **Grape canopy structure, light microclimate and photosynthesis. I. A two dimensional model of the spatial distribution of surface area densities and leaf ages in two canopy systems**. Vitis, 34: 211-215.

Shaulis NJ, 1980. **Responses of grapevines and grapes to spacing of and within canopies**. In: Webb AD (Ed.). Proceedings University of California Davis Grape and Wine Centennial Symposium. University of California, Davis, Berkeley, USA. pp. 353-361.

Smart, R. 1985. **Principles of Grapevine Canopy Microclimate Manipulation with Implications for Yield and Quality. A Review**. Am. J. Enol. Vitic., 36: 230-239.

Smart, R, Robinson, M, 1991. **Sunlight into wine. A handbook for winegrape canopy management**. Winetitles, Australia.

Sommer KJ, Islam MT, Clingeleffer PR, 2000. **Light and temperature effects on shoot fruitfulness in Vitis vinifera L. cv. Sultana: Influence of trellis type and grafting**. Australian Journal of Grape and Wine Research, 6: 99–108.

Spayd S.E., Tarara J.M., Mee D.L., Ferguson J.C., 2002. **Separation of sunlight and temperature effects on the composition of Vitis vinifera cv.Merlot berries**. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53: 171-182.

Srinivasan, C. & Mullins, M.G., 1981. **Physiology of flowering in the grapevine – A review**. American Journal Enology and Viticulture, 32: 47-63.

# CAPÍTULO 12

## VIABILIDADE ECÔNOMICA NA PRODUÇÃO DA CULTURA DO ALHO EM ÁREAS INFECTADAS POR FITONEMATÓIDES

*Data de aceite: 01/03/2022*
*Data de submissão: 16/01/2022*

**César Rodrigues Duarte**
IF Goiano Campus Morrinhos
Morrinhos-GO
http://lattes.cnpq.br/8323184827418331

**Rafaella Alves Rodrigues**
IF Goiano Campus Morrinhos
Morrinhos-GO
http://lattes.cnpq.br/5405130299683496

**José Feliciano Bernardes Neto**
IF Goiano Reitoria e Universidade Federal de Goiás
Goiânia-GO
http://lattes.cnpq.br/9855595028696694
https://orcid.org/0000-0002-5695-3076

**Denner Robert Faria**
Universidade Federal de Goiás
Goiânia-GO
http://lattes.cnpq.br/3053521964289193
https://orcid.org/0000-0002-7779-9987

**João Pedro Elias Gondim**
Universidade Federal de Lavras
Lavras-MG
http://lattes.cnpq.br/7045740837090974

**RESUMO**: A cultura do alho é bem importante do ponto de vista economico e alimentar. Há várias doenças que causam danos nessa culturas entre elas esta os fitonematoides, que causam danos diretos e indiretos, promovendo perda de produção. Este presente estudo tem como objetivo demostrar que com um manejo adequado dentro dos principios do manejo integrado de doenças os custos com controle podem ser baixos e o retorno a longo prazo satisfatório dentro de um custo de produção.
**PALAVRAS-CHAVE**: Fitonematoides; alho; MID.

**ABSTRACT**: Garlic cultivation is very important from an economic and food point of view. There are several diseases that cause damage to these crops, among them are the phytonematodes, which cause direct and indirect damage, promoting loss of production. This present study aims to demonstrate that with proper management within the principles of integrated disease management, control costs can be low and the long-term return satisfactory within a production cost.
**KEYWORDS**: Phytonematodes; Garlic; MID.

## 1 | INTRODUÇÃO

O alho ( Alliumm sativum L.) é originado da Ásia Central, há muitas décadas atrás na costa do mar mediterrâneo, pertence à família Alliaceae que é a mesma da cebola. É conhecido pelo seu alto valor nutritivo e também é muito usado na culinária de diversas nações (FILGUEIRA, 2007).

Com seu alto valor nutricional, traz muitas vantagens para a saúde, destaca-se principalmente pelo conteúdo de calorias, proteínas, carboidratos, fosforo e vitamina (B6) (TRANI, 2009).

Além de ter um alto valor nutricional era ótimo para os navegantes, por conta da sua capacidade e conservação, e foi desta maneira que o alho chegou no Brasil, através das caravelas portuguesas, na época do descobrimento. Somente depois de muitas décadas o alho começo a ser integrado de maneira significativa no mercado, apresentando importância econômica (PINHEIRO et al., 2020).

O Brasil apresenta elevado consumo per capita do alho, com cerca de 1,5 Kg/habitante/ano. Porém o nosso país não consegue ser autossuficiente neste quesito, pelo fato de aproximadamente por 15 anos o Brasil ficou inerte, apenas com uma área de 10 mil hectares (PINHEIRO, et al. 2020).

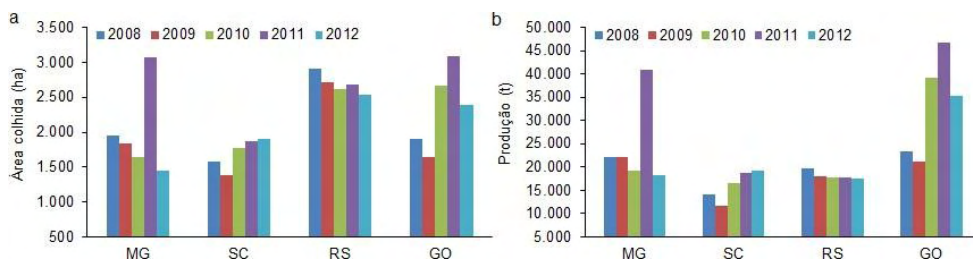



Figura 1. Área colhida (a) e produção (b) nos quatro maiores produtores nacionais de alho (Fonte: Elaborado a partir das informações disponíveis em IBGE, 2013).

Os estados apresentados na tabela são responsáveis por grande parte da produção brasileira de alho. Minas Gerais e Goiás, se apresentam as regiões de maior produção, e isso por conta da mecanização da grande parte dos tratos culturais, uso de sementes livre de vírus, irrigação e assim por diante (PINHEIRO et al., 2020)

O alho no estado de GO vem atraindo investimentos e implantação de diversas empresas, por conta das condições edafoclimáticas, está produção também está relacionada a vernalização, utilização de técnicas de irrigação, controle de pragas e doenças, adubação e assim á diante. (MOTA, et al. 2013)

## 2 | CULTURA DO ALHO

### 2.1 Botânica

A altura do alho pode atingir em média de 50 a 70cm, dependendo da espécie, suas raízes atingem até 50cm de profundidade. Suas folhas são estreitas e alongadas (EMBRAPA, 1993). A planta apresenta pseudocaule formado pelas bainhas das folhas, onde se formam os bulbos (TRANI, 2009).

O bulbo é arredondado, em média apresenta de 5 a 56 bubilhos (TRANI, 2009). Este bubilho é vulgarmente chamado de “dente de alho”, este bubilho pode produzir uma nova planta denominada de produção assexuada (FILGUEIRA, 2007).

## 2.2 Cultivares

Existem diversos cultivares de alho espalhados pelo Brasil dentre elas Chinês Real, Cateto, Gigante, Caturra, mas quem vem se destacando é o cultivar BRS Hozan, desenvolvida por pesquisadores da EMBRAPA HORTALIÇAS (EMBRAPA).

## 2.3 Clima

Para um bom desenvolvimento do alho são necessárias temperaturas que, variam entre 13 ºC a 24 ºC. Para estimular a formação do bulbo (cabeça) é necessário que a temperatura caia abaixo de 15 ºC. Temperaturas entre 20 ºC e 30 ºC podem trazer riscos na formação da bulbo (cabeça), já temperaturas acima de 30 ºC não trazem boas condições para um bulbo (cabeça) com um bom aspecto comercial (EMBRAPA, 1993).

As regiões Sul e Sudeste do Brasil tendem a ser mais propícias para a plantação do alho, por conta dos seus fatores climáticos. Por isso, a escolha da cultivar deve ser influenciada pela sua região e fatores climáticos da mesma (EMBRAPA, 1993).

## 2.4 Solo e nutrição

Um solo considerado bom para a cultura do alho, são os seguintes solos: arenoso-argiloso e argilo- arenosos (chamados solos leves). Solos muito densos dificultam na formação do bulbo e também atrapalham na colheita. O preparo deste solo deve ser feito ao menos três meses antes do plantio duas gradagens e chegando perto do plantio uma aração e gradagem superficiais e aplicar o calcário para a regulagem do pH do solo, que o ideal para a cultura do alho é de aproximadamente 6,5 a 6,8 (EMBRAPA, 1993).

A adubação e correção do pH deve ser feia com base na análise do solo e também uma literatura atualizada, para garantir o arremate da cultura plantada. Os canteiros devem ter no máximo 1m de largura, a altura é cerca de 30 cm a 40 cm, espaçamento mais utilizado entre linhas é o de 20 cm e de 10 cm entre plantas (FILGUEIRA, 2007).

## 2.5 Irrigação

A irrigação é um dos fatores determinantes para o sucesso da cultura. A cultura do alho é sensível tanto a falta de água, quanto excesso, ou seja é necessário muita atenção nesta parte do trabalho. Ao longo do ciclo do alho a necessidade total de água gira em torno de 400 mm a 800 mm, dependendo da cultivar e das condições climáticas (EMBRAPA).

## 2.6 Doenças e pragas

O tripes é uma praga que ataca a cultura do alho, raspando as folhas e sugando a seiva, com isso deixa manchas prateadas nas folhas, que acabam amareleando e morrendo. Com o monitoramento e atenção podemos evitar que sua população aumente ( além do recomendado), e acabe trazendo problemas futuros (EMBRAPA 1993).

A ferrugem, conhecida pela espécie Puccinia alliii, uma doença que é causada por

fungos, cujos sntomas são formação de pequenas manchas nas folhas com a cobertura de um pó de cor amarela, trazendo assim sequidão as folhas e a diminuição de produção de fotoassimilados (EMBRAPA 1993).

De acordo com FILGUIERA (2007), a Altermaria porri, conhecida por queima da altermária, aparecendo de primeiro manchas pequenas nas folhas de cor branca, que vão evoluindo para manchas alongadas marroms.

## 2.7 Nematoides

A incidência de nematoides vem aumentado no Brasil, e trazem diversos problemas no solo, problemas na parte financeira, de produção e afins. Representando assim, sérios problemas para a cultura do alho (PINHEIRO et al., 2014).

O nematoide-do-alho, cujo seu nome científico é Ditylenchus dipsaci, que em 1980 foi descoberto nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e depois foi se proliferando para grandes estados produtores (CHARCAR et al., 1980). Conhecido popularmente por "nematoide dos bulbos e caules do alho", é endoparasito migrador e se torna uma dor de cabeça, por conta que se dissemina e ocorre através da semente do alho. Os seus sintomas irão depender da densidade populacional do parasita, os principais são: nanismo, inchaço, uma divisão longitudinal nos caules e folhas, as folhas ficam curtas e espessas, na maioria das vezes apresentando manchas na coloração marrom ou amarelas, amarelecimento das raízes, os bulbos se tornam chochos e a folhagens podem cair (PINHEIRO et al., 2014)

Um dos sintomas característicos do D. dipscaci, quando a população do parasita está bem proliferada, é a facilidade ao retirar o alho do solo saindo apenas a parte aerea e ficando o "prato" no solo. Com o avanço do nematoide, pode ocorrer também a podridão mole, que tem um odor característico e ocasionalmente completa a destruição (PINHEIRO et al., 2014).

Os nematoides-de-galhas muito conhecidos no Brasil, pela fato de ser um dos mais importantes em diversos fatores. São suas principais espécies: Meloidogyne incognita, M. javanica, M. arenaria, M. hapla. Essas quatro espécies são as que mais infectam as hortaliças, M. javanica e M. incognita ocorrem em todo o Brasil. Por final temos as que acontecem em regiõs restritas do Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, elas são M. arenaria e M. hapla. (CHARCAR et al., 1999)

De acordo com PINHEIRO (2014), a espécie Meloidogyne spp. está trazendo problemas em diversas areas do Brasil, pelas causas de técnicas errôneas, o que leva a aquele solo acometido, apenas aumentar a densidade populacional do parasita. Seus principais sintomas são o aparecimento de galhas nas raízes, cerca de 1 a 2mm de diâmetro. As plantas infectadas, tem geralmente sistema radicular menores e apresentam menor quantidade raízes. Ocorrem outros sintomas observados nas partes aereas, como: nasnimo e amarelecimento, estante irregular de plantas, normalmente ocasionados em reboleiras.

## 2.8 Tratos Cultuais

### *2.8.1 Cobertura morta*

Uma ótima estratégia, usando logo após o plantio e antes da emergência do alho. Traz benefícios como: retém a umidade do solo, dificulta crescimento indesejado de mato e reduz a temperatura do solo. Colocar uma camada de cerca de 7-10cm, se evitando a casca de arroz, por conta que se decompõe devagar, a recomendação é usar capim sem semente ou bagaço de cana moído. (EMBRAPA 1993)

### *2.8.2 Herbicidas*

Da 1º até aproximadamente a 13º o alho é extremamente prejudicado por ervas daninhas. A capina não é muito recomendada por conta do espaçamento entre as plantas, portando o mais recomendado é o uso de herbicidas. Sendo assim, fazendo bem o controle com herbicidas “pré plantio incorporados”; “pré- emergentes e “pós-emergentes”, lembrando que o pós-emergente é usado apenas quando os dois primeiros não conseguirem acabar com as plantas daninhas, normalmente a cominação entre os três traz bons resultados para a lavoura. (EMBRAMPA 1993)

### *2.8.3 Termoterapia contra o D. dipsaci*

Um procedimento no qual, mergulhar os bubilhos na água quente aproximadamente uns 38 °C, por volta de 30 a 45min, 20min a 49 °C e por final, 10 a 20min em uma água natural, de 18 a 22 °C. Lembrando que os bubilhos devem ser plantados o mais rápido possível depois deste procedimento (PINHEIRO et al., 2014).

### *2.8.4 Uso de água de irrigação não contaminada*

Um dos aspectos de suma importância para o alho, sempre verifica os equipamentos de irrigação após o período chuvoso, para evitar a disseminação dos parasitas. Fontes como rios, córregos, canais e outras fontes d’água não são recomendados, pela facilidade de propagação dos nematoides. Para o uso da irrigação não contaminada, se recomenda uma análise nematológica de forma periódica (CHARCAR, 1999).

### *2.8.5 Alqueives*

Técnica promissora em regiões onde, houver temperaturas altas, baixa precipitação, umidade do solo, porém depende também do nematoide. Com três arações e três gradagens no mínimo, com intervalos de 20 a 25 dias, em épocas quente e com umidade baixa podem diminuir os nematoides (PINHEIRO et al., 2014).

### 2.8.6 Solarização

De acordo com Charcar (1999), os nematoides não toleram alto grau de ressecamento, pois os mesmos possuem cutícula do corpo sensível a desidratação. O revolvimento do solo durante meio-dia e duas horas da tarde, por subsolador, grade e arado, expõe as camadas do solo a altas temperaturas, de 30-35 °C. Já solos com canteiros ou estufas se usa a lona preta ou transparente por cerca de 4 a 5 dias, elevando as temperaturas a aproximadamente de 45-50 °C.

## 3 | OBJETIVO

O projeto tem como principal objetivo trazer é trazer a viabilidade econômica na produção do alho em uma área infestada por nematoides da espécie Meloidogyne spp e Ditylenchus dipsaci em uma pequena área. Para trazer ao produtor uma metodologia e levantamento dos custos gerados pelas práticas para a retirada dos nematoides da área.

## 4 | MATERIAS E MÉTODOS

O método utilizado para obter informação dos custos de produção foi realizado em fluxo de caixa simples em dois cenários, onde foi conduzido e realizado a consulta dos preços de insumos e serviços utilizados em todas as etapas da cultura em questão na região sul do estado Goiás, onde foi verificado o quanto aumentará o custo de produção total de uma safra/ha em uma área não contaminada com o nematoides estudado para uma contaminada.

### 4.1 Escolha da cultivar

A cultivar esolhida é alho Amarante (semi-nobre), por conta de ser mais acessível para um pequeno ou médio produtor, levando em consideração também que é bem rústica e não necessita de muita tecnológia para sua produção. É uma cultivar com maior sanidade fisiológica e maior vigor, pelo fato de ser submetida ao um processo de limpeza viral do progama “alho livre de vírus” da Embrapa Hortaliças. Uma cultivar de ciclo médio girando em torno de 130 a 150 dias. Contém cerca de 8 a 15 bubilhos (dentes) e 87% dos bubilhos tem um diâmetro igual ou superior a 42mm. Cerca de 350.000 plantas por hectare e espaçamento em linhas simples de 25 x 10 cm (EMBRAPA, 2015).

### 4.2 Preparo do solo

Vai ser realizado uma aração e duas gradagens, e logo após o levantamento e nivelamento dos canteiros, onde os canteiros deverão ter de 20 a 30cm de altura e nivelados de acordo com a declividade do terreno (TRANI, 2009).

## 4.3 Sistema de irrigação

A cultura do alho é muito sensível a fala de água, a exigência total de água durante o ciclo da cultura alho, dependendo do ciclo da cultivar e as condições climáticas varia de 450 a 850mm. Com pesquisas de preços e auxílio de um profissional na área, será implantado um sistema de irrigação por aspersão convencional, pelo fato de ser mais acessível para o pequeno ou médio produtor, com sua vida útil de até 9 anos. O sistema de irrigação irá girar em torno de 4.000 a 7.000 para atender a 1 hectare.

## 4.4 Plantio

O plantio vai ser realizado e no ínicio do mês de março, de forma manual. Utilizando 40 homens/hA, que em um dia se planta 1 hA.

A profundida de plantio varia de 3 a 5cm de profundidade e depois do plantio usa-se uma cobertura morta, conhecido por “mulching” (TRANI, 2009).

Logo após o plantio, acionar o sistema de irrigação para induzir o brotamento do alho.

## 4.5 Adubação de cobertura

Com as seguintes recomendações da EPAGRI, está adubação deve ser feita em duas etapas: a primeira com 25 dias, já a segunda com 50 dias. Nessas aplicações serão utilizados 100kg de ureia por hectare, para atender a necessidade de nitrogênio de aproximadamente 40kg/hA (EMBRAPA, 1999).

## 4.6 Controle fitossanitário de pragas

Para o controle das doenças fúngicas queima das altermarias e a ferrugem, que possam acometer a lavoura, será utilizado CABRIO TOP (BASF) (TABELA 01) e para o combate do tripes irá ser utilizidado o DECIS 25 EC (BAYER) (TABELA 02).

| **Cultura** | **Alvo biólogico** | **Dose*** | | **Volume de Calda** (L/ha)** | **Nº máximo de aplicações** |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Nome comum/científico** | **Kg p.c.p.c./100 /ha** | **G L** | | |
| | Mancha-púrpura | | | | |
| | Alternaria porri | | | | |
| | Ferrugem | 2,0 | | | 4 |
| Alho | Puccinia allii | | - | 500-800 | |
| | Antracnose | 2,0 | | | |
| | Colletotrichum gossypii | | | | 3 |
| | Ramularia | | | | |
| | Ramularia areola | | - | 200 | |

Tabela 1- CULTURAS, DOENÇAS E DOSES

Fonte: BASF, 2020.

| Cultura | Pragas Controladas | | Dose produto comercial | Nº máximo de aplicações | Volume decalda | Equipamento de aplicação |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nome comum | Nome científico | | | | |
| Alho | Tripes | Thrips tabaci | 30 mL/ 100 L de água | 1 | 300 – 800 L/ha | Jato dirigido |

Tabela 2-INSTRUÇÕES DE USO

Fonte: BAYER, 2020.

## 4.7 Colheita e armazenamento

Colheita irá ser realizada após 150 dias. Conforme Embrapa (1993), ao arrancar as planta deve-se deixar de 3 a 4 dia, para uma espécie de pré-secagem do alho, e qualquer precipitação ou umidade alta pode prejudicar a conservação do produto, as cabeças do alhos devem ser cobertas para evitar o chochamento; ao arrancar a planta deve deixa-lá no canteiro de forma que, plantas de uma fileira cubram as plantas da fileira vizinha e assim a diante.

A segunda parte da cura, é feita em um galpão seco, bem ventilado, com altura mínima de 3m e com saídas de ar na parte de cima, ressaltando que para a chegada de uma nova safra o galpão deve ser bem varrido e polvilhá-lo com um inseticida. Ao chegar as plantas devem ser estendidas sobre estaleiros, telasou estrados e a segunda cura leva de 20-60 dias (EMBRAPA 1993)

Logo depois de finalização da cura, o alho deverá ser expurgado (limpo) com fosfina para eliminar pragas, após o alho vai ser armazenado em caixas empilhadas e armazenadas. A limpeza irá ser realizada somente na ocasião de venda do produto, que consiste em cortar as raízes, cortar as ramas a 1 cm da cabeça e retirar a primeira capa externa (EMBRAPA 1993).

## 5 | RESULTADO

**CUSTO DE PRODUÇÃO EM ÁREA NÃO INFESTADA**

| DESCRIÇÃO | UNIDADE | QUANTIDADE | PREÇO POR HA |
|---|---|---|---|
| Bulbos de alho (Amarante) | t | 1 170.00 | R$ 20.000,00 |
| Adubo mineral (08-28-16) | t | 1 | R$ 2.530,00 |
| Adubo mineral (bórax) | Kg | 3.000 | R$ 11.970,00 |
| Adubo orgânico (cama de frango) | t | 15 | R$ 3.000,00 |
| Adubo mineral (Sulfato de amônio) | t | 2 | R$ 7.815,00 |
| Inseticida (Decis 25) | L | 2.5 | R$ 290,00 |
| Fungicida (Caprio top) | L | 2.5 | R$ 338,00 |
| Cobertura morta (casca de arroz) | t | 20 | R$ 2.200,00 |

| Sulfato de zinco | Kg | 30 | R$ 900,00 |
| --- | --- | --- | --- |
| **TOTAL** | | | RS 49.043,00 |

**SERVIÇOS**

| DESCRIÇÃO | UNIDADE | QUANTIDADE | PREÇO POR HA |
| --- | --- | --- | --- |
| Plantio (manual) | d/h | 1 | R$ 2.800,00 |
| Irrigação (montagem do sistema) | d/h | 15 | R$ 5.250,00 |
| Irrigação (aspersão convencional) | d/h | 20 | R$ 7.000,00 |
| Preparo do solo (1 aração) | h/m | 6 | R$ 900,00 |
| Preparo do solo (2 gradagens) | h/m | 8 | R$ 800,00 |
| Levantamento de canteiros | h/m | 5 | R$ 600,00 |
| Adubos (incorporação com o trator) | h/m | 40 | R$ 6.000,00 |
| Agrotóxico (aplicação) | d/h | 50 | R$ 3.500,00 |
| Colheita/cura | d/h | 2 | R$ 5.600,00 |
| Debulha, seleção e desinfecção de bubilhos | d/h | 3 | R$ 2.100,00 |
| Embalagem | d/h | 4 | R$ 5.600,00 |
| **TOTAL** | | | RS 40.150,00 |

**CUSTO DE PRODUÇÃO ÁREA INFESTADA**

| DESCRIÇÃO | UNIDADE | QUANTIDADE | PREÇO POR HA |
| --- | --- | --- | --- |
| Bulbos de alho (Amarante) | t | 1 170.00 | R$ 2.800,00 |
| Adubo mineral (08-28-16) | t | 1 | R$ 5.250,00 |
| Adubo mineral (bórax) | Kg | 3.000 | R$ 7.000,00 |
| Adubo orgânico (cama de frango) | t | 15 | R$ 900,00 |
| Adubo mineral (Sulfato de amônio) | t | 2 | R$ 800,00 |
| Inseticida (Decis 25) | L | 2.5 | R$ 600,00 |
| Fungicida (Caprio top) | L | 2.5 | R$ 6.000,00 |
| Cobertura morta (casca de arroz) | t | 20 | R$ 3.500,00 |
| Sulfato de zinco | Kg | 30 | R$ 5.600,00 |
| Termoterapia contra o *D. dipsaci* | L | 100 | R$ 50,00 |
| Uso de água não contaminada (análise nematológica) | n/a | 1 | R$ 200,00 |
| Alqueives (3 arações e 3 gradagens) | h/m | 6 | R$ 750,00 |
| Solarização (subsolador) | h/m | 3 | R$ 600,00 |
| Solarização (lona preta) | m | 100 | R$ 60,00 |
| **TOTAL** | | | R$ 34.110,00 |

**SERVIÇOS**

| DESCRIÇÃO | UNIDADE | QUANTIDADE | PREÇO POR HA |
|---|---|---|---|
| Plantio (manual) | d/h | 1 | R$ 2.800,00 |
| Irrigação (montagem do sistema) | d/h | 15 | R$ 5.250,00 |
| Irrigação (aspersão convencional) | d/h | 20 | R$ 7.000,00 |
| Preparo do solo (1 aração) | h/m | 6 | R$ 900,00 |
| Preparo do solo (2 gradagens) | h/m | 8 | R$ 800,00 |
| Levantamento de canteiros | h/m | 5 | R$ 600,00 |
| Adubos (incorporação com o trator) | h/m | 40 | R$ 6.000,00 |
| Agrotóxico (aplicação) | d/h | 50 | R$ 3.500,00 |
| Colheita/cura | d/h | 2 | R$ 5.600,00 |
| Debulha, seleção e desinfecção de bubilhos | d/h | 3 | R$ 2.100,00 |
| Embalagem | d/h | 4 | R$ 5.600,00 |
| **TOTAL** | | | RS 40.150,00 |

## 6 I CONCLUSÃO

Tendo em vista os custos de produção com insumos e serviços em uma área de produção de alho que não esteja infectada com nematoides que totalizou o custo de produção de R$ 89.193 e tendo em vista os custos de produção com insumos e serviços em uma área de produção de alho que esteja infectada com nematoides que totalizou o custo de produção de R$ 90.853,00, notasse que há um aumento de custo de produção para o controle de nematoides de R$ 1.660,00, que representa em porcentagem no custo de produção de uma área não infectada para uma área infectada de 1,83 %.

O baixo aumento do custo de produção para o controle de nematoides na cultura do alho se deve a hipótese de que na cultura em questão os próprios tratos culturais decorrentes e aplicados na cultura diminuem a população de nematoides de forma efetiva, como o revolvimento do solo e o encanteiramento que expõe os nematoides a radiação solar.

Todavia, mesmo sendo baixo o aumento do custo de produção com o controle de nematoides na cultura do alho, o mesmo deve-se ser aplicado no controle, tendo em vista que o crescimento populacional dos nematoides em áreas de cultivo é exponencial, podendo inviabilizar a área para o cultivo de outras culturas mais sensíveis as espécies de nematoides presentes na área.

O lado positivo é que é baixo o custo que se aumenta para controle de nematoides na cultura do alho, o que não inviabiliza a cultura, tendo em vista que a receita com o comércio da produção da cultura do alho e por ser uma cultura de alto valor agregado consegue-se pagar os custos de produção com as custas de controle embutidas e ainda

obter um lucro que esteja com uma taxa interna de retorno acima do o mercado de renda fixa aplica. Porém vale a pena ressaltar que isso dependerá da contação da tonelada do alho no mercado e os custos dos insumos e serviços, podendo variar para mais e para menos.

Conclui-se que é viável o controle de nematoides na cultura do alho para o município de Morrinhos-GO.

## REFERÊNCIAS


ALHO AMARANTE. **Embrapa**, 2015. Disponível em < https://www.embrapa.br/busca-de-solucoestecnologicas/-/produto-servico/3024/alho- amarante#:~:text=A%20cultivar%20Amarante%20 n%C3%A3o%20necessita,de%20130%20a%20 150 %20dias. > Acesso em: 27/09/2020 às 21h

CHARCHAR, J. M. **Nematóides em Hortaliças**. Brasílla: Embrapa Hortaliças, 1999 (Circular Tecnica da Embrapa Hortaliças).

CHARCHAR, J. M; HUANG, C. S.; SOBRINHO MENEZES, J. A.; LOPES, C. A. Nematóide fitoparasitas associados à plantas de alho (Allium sativum L. e A. ampelorasum L.), coletados nos principais estados produtores do Brasil. **Fitopatologia Brasileira, Brasília**, v. 5, n. 1, p. 105- 112, 1980.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3º ed. Nº 3, rev. e ampl. – Viçosa, MG. Ed. UFV, p. 262-272, 2007.

MOTA, J. H.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. **Produção de alho em Goiás**, 2010.

PINHEIRO, J. B. ; CARVALHO, A. D. F. ; PEREIRA, R. B. ; RODRIGUES, C. S. . **Nematoides na cultura do alho e cebola**. Brasilia - DF: Embrapa, 2014 (Circular Técnica 130).

RESENDE, F. V.; HABER, L. L.; PINHEIRO, J. B. **A CULTURA DO ALHO**. Embrapa. c2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/alho/como-plantar>. Acesso em: 20/09/2020 às 18h

SEBRAE. **SEBRAE Sem Distâncias – Volume 2 : Gestão de Custos**. SEBRAE. Curitiba, PR, 2008.

SOBRINHO, J. A. M.; LOPES, C. A.; REIFSCHNEIDER F. J. B.; CHARCAR, J. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; CARRIJO, O. A.; BARBOSA, S. **Coleção plantar alho**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 1993.

TRANI, P.E. **Cultura do alho (*Allium sativum*): Diagnóstico e recomendações para seu cultivo no Estado de São Paulo**. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/alho/index.htm>. Acesso em: 11/4/2020 às 20h

# CAPÍTULO 13

## VIABILIDADE ECÔNOMICA NA PRODUÇÃO DA CULTURA DO TOMATE EM ÁREAS INFECTADAS POR FITONEMATÓIDES

*Data de aceite: 01/03/2022*
*Data de submissão: 16/01/2022*

**Rafaella Alves Rodrigues**
IF Goiano Campus Morrinhos
Morrinhos-GO
http://lattes.cnpq.br/5405130299683496

**José Feliciano Bernardes Neto**
IF Goiano Reitoria e Universidade Federal de Goiás
Goiânia-GO
http://lattes.cnpq.br/9855595028696694
https://orcid.org/0000-0002-5695-3076

**César Rodrigues Duarte**
IF Goiano Campus Morrinhos
Morrinhos-GO
http://lattes.cnpq.br/8323184827418331

**Denner Robert Faria**
Universidade Federal de Goiás
Goiânia-GO
http://lattes.cnpq.br/3053521964289193
https://orcid.org/0000-0002-7779-9987

**João Pedro Elias Gondim**
Universidade Federal de Lavras
Lavras-MG
http://lattes.cnpq.br/7045740837090974

**RESUMO**: A cultura do tomate é bem importante do ponto de vista economico e alimentar. Há várias doenças que causam danos nessa culturas entre elas esta os fitonematoides, que causam danos diretos e indiretos, promovendo perda de produção. Este presente estudo tem como objetivo demostrar que com um manejo adequado dentro dos principios do manejo integrado de doenças os custos com controle podem ser baixos e o retorno a longo prazo satisfatório dentro de um custo de produção.
**PALAVRAS-CHAVE**: Fitonematoides; tomate; MID.

**ABSTRACT**: The tomato crop is very important from an economic and food point of view. There are several diseases that cause damage to these crops, among them are the phytonematodes, which cause direct and indirect damage, promoting loss of production. This present study aims to demonstrate that with proper management within the principles of integrated disease management, control costs can be low and the long-term return satisfactory within a production cost.
**KEYWORDS**: Phytonematodes; tomato; MID.

## 1 | INTRODUÇÃO

O tomate (Solanum lycopersicum) é o fruto mais popular na refeição do brasileiro. O consumo do tomate aumentou bastante devido a restaurantes e a constatação do valor do licopeno, pigmento encontrado no tomate vermelho que está ajudando a combater o câncer de próstata. O tomateiro é uma das produções com maior potencial de área cultivada (LOPES & ÁVILA, 2005)

O tomate serve para a alimentação in natura, ou na forma de produtos processados pela indústria, gerando inúmeros subprodutos

(Extrato, molhos, ketchup). O tomateiro tem como origem a América Central, onde esta cultura é distribuída pelo mundo inteiro no século VXI, esta por sua vez já era cultivada e consumida pelos povos indígenas que habitavam a região onde hoje é o México e o Peru (EMBRAPA, 1993).

O tomate é uma das olerícolas mais difundidas no mundo. Além de ser uma importante commodity mundial, ele tem como destaque na mesa do consumidor. As perspectivas para a evolução da cultura são promissoras, tendo em vista o potencial de mercado do tomate orgânico e convencional tanto da forma in natura como industrializada. Ele aumentou muito sua demanda, como alimentos orgânicos que são produzidos de forma a valorizar a diversidade biológica e livre de agressões ao meio ambiente gerou uma tendência que favoreceu o surgimento de novas oportunidades, como mercado de trabalho, onde gerou empregos e renda aos produtores da agricultura familiar. (FERREIRA et al., 2010)

O Brasil é um dos maiores produtores de tomate, onde chega a produzir por ano cerca de 32 milhões de toneladas do fruto e ocupando uma área de 54 mil hectares. O Brasil está em oitavo lugar, sendo primeiro a América do Sul, os Estados Unidos, Minas Gerais, São Paulo e Bahia. (MARTINS, 2019)

Os principais países produtores do tomate de mesa são: Estados Unidos, China, Índia, Turquia, Egito, Brasil, Ítalia, Espanha e Irã. O Brasil está ocupando o oitavo lugar no ranking da produção mundial com um porcentual no total de 3,8% sobre a quantidade colhida. O tomate é a segunda hortaliça mais consumida no país, com um consumo médio de 4,92 quilogramas por pessoa ao ano, segundo dados do IBGE (2016). Este consumo não é grande quando comparado com alguns países europeus. (NETO, 2019).

O tomate é divido como tomate de mesa, onde abrange sua classificação em grupos, subgrupos, classes e tipos. Conforme o formato do fruto ele é dividido em dois grupos: oblongo e redondo. Pelo fator de maturação do tomate é dividido em cinco subgrupos: verde maduro, pintado, rosado, vermelho e vermelho maduro. A classe é estabelecida do maior diâmetro transversal descrito do fruto pertencente (FERREIRA et al., 2004).

Segundo Costa & Filho, (1996), o tomate é composto por um grupo de 10 vitaminas de grande importância alimentícia e econômica. Ele é o primeiro a se atribuir na dieta nutricional. Ele é destinado quase que inteiramente a vitamina C. O tomate é uma das hortaliças mais produzidas e consumidas no Brasil e no mundo, sendo consumido ou processado, por conter substâncias antioxidantes como ácido ascórbico, licopeno e compostos fenólicos, que exercem papel preventivo, especialmente contra doenças crônicas não transmissíveis. (VIEIRA, 2020).

## 2 | A CULTURA DO TOMATE

### 2.1 Botânica

Os frutos de tomate caracterizam-se por terem sua forma alongada, biloculares, com polpa espessa, coloração vermelha intensa, firmes e saborosas. (RAMOS et al., 2013)

Segundo Nascimento et al. (2013), os tomates são ricos em fontes carotenoides (em particular o licopeno), ácido ascórbico (vitamina C), vitamina E, ácido fólico, flavonoides e potássio. Esse fruto está relacionado com a saúde e dieta alimentar mundial.

### 2.2 Clima e temperatura

Pelas origens do tomateiro ele cresce com um ótimo desempenho pelas suas condições de clima tropical de altitude e subtropical, em local fresco e seco, onde se obtém bastante luz. No entanto, o fruto consegue tolerar muito bem as variações dos elementos climáticos. (DUSI et al., 1993)

Temperaturas noturnas altas ajudam no desenvolvimento do tomate, fazendo com que o fruto cresça com mais eficiência. Temperaturas acima de 28°C prejudicam a firmeza e a pigmentação dos frutos, onde ocasionará o amarelecimento, devido à presença da síntese do licopeno e maiores pigmentos que contribuem com a cor vermelha típica. (DUSI et al., 1993)

O surgimento de pragas e doenças são causados devido a chuvas e alta humidade relativa do ar. Ventos quentes e fortes ocasionam danos a floração e em sua frutificação. (DUSI et al., 1993)

### 2.3 Cultivares

O Brasil é um dos maiores cultivares mundiais de tomate, junto com China, México, Turquia, Estados Unidos, Egito, Itália e Espanha. O tomate está sendo uma das hortaliças mais consumidas no mundo e de fácil desenvolvimento. De acordo com (IBGE, 2011) o estado de Goiás foi responsável por 30,35% (1.120.135) toneladas da produção nacional. (NASCIMENTO et al., 2013).

Para escolher um excelente variedade dentro dos grupos, deve ser observado outras características como a resistência de pragas, doenças, podridão apical e à rachadura, a produção, o desenvolvimento dos frutos, a capacidade que o fruto tem de conseguir desenvolver em condições climáticas, baixa exigência de fertilizantes e o manejo de plantas. (DUSI et al., 1993)

### 2.4 Solos e Nutrição

Qualquer solo atende a cultura do tomateiro, visto que adéque quanto à fertilidade. No entanto, o solo deve ser de boa textura e estrutura, solos livres, ricos em matéria orgânica, baixo índice de acidez e alta fertilidade diminuindo as exigências de correção e fertilização. (DUSI et al., 1993)

Deve ser definida a área, coletada as amostras de solo para se obter uma análise, quando pronta pode estabelecer as condições químicas e necessidades de correção com calcário, matéria orgânica e fertilizantes. A calagem é feita três meses antes do transplante, solos com bastante alumínio tóxico o com PH abaixo de 5,5 precisam ter sua acidez corrigida para 6,0 a 6,5. Também deve ficar atentos ao calcário e magnésio, a fim de prevenir deficiência desses elementos durante o desempenho da cultura.

Os macros e micronutrientes são de extrema importância para a cultura do tomate, mas alguns têm domínio direto na produção e qualidade dos frutos. (DUSI et al., 1993)

## 2.5 Cobertura palhosa

No transplantio a muda deve ser coberta no sulco na mesma profundidade em que se reencontrava no canteiro, no copinho ou na bandeja. Após o transplante faz-se um rápido aperto da terra em volta da muda para deixar melhor o contato do solo com as raízes. (DUSI et al.,1993)

O agrotêxtil é importante na cobertura do tomate, pois tem vantagens de avaliar o ciclo de produção e antecipar a colheita, protegendo contra geadas, melhoria da sanidade, manutenção da umidade do solo, a antecipação e categoria de mudas, o aumento na produção e na qualidade do produto final. (FACTOR et al., 2009)

## 2.6 Irrigação

O agrupamento por sulcos é o mais usado para o tomateiro, pois, necessita de um método para a sua implantação, ocasionando a redução de possibilidade de ocorrer doenças fúngicas em comparação com o sistema de aspersão. O volume de água a aplicada e a repetição das irrigações diferenciam de acordo com o tipo de solo, topografia da área, condições de clima e estádio de evolução da planta. O período crítico ocorre do início da floração até o início da maturação, no entanto, toda a fase de desempenho do fruto. (DUSI et al., 1993)

Se irrigar menos no estágio de crescimento das plantas, suas raízes se desenvolvem melhor. Já durante a fase de floração, frutificação e maturação, irrigando poucas vezes e várias facilitam o desempenho do fruto e pode ocasionar o aumento no teor do suco. A irrigação deve ser competente para manter úmida a camada de solo explorada pelo sistema radicular do tomateiro, que, de modo geral, atinge até 40 cm de profundidade. (DUSI et al., 1993)

## 2.7 Fitopatógenos e pragas

O fungo Rhizoctonia Solani é um patógeno de extrema importância, porque ele consegue infectar os hospedeiros, sendo plantas ornamentais, espécies florestais, frutíferas e hortaliças, onde ocasionará injúrias em sementes e frutos, tombamento de mudas, cancros de talo, podridão da raiz e infecção nas folhas, o que levará a morte prematura da planta ou reduz sua produtividade. (SALES, 2011)

A mosca branca se diferencia dos demais biótipos, porque ocasionam desordens fisiológicas nas plantas atacadas, como o prateamento das folhas das cucurbitáceas. De onde tem origem o nome Bemisia argentifolii, são consideradas pragas polífagas, onde atacam diversas espécies vegetais, entre hortaliças, frutíferas, ornamentais e grandes culturas, além de plantas daninhas. Pode ocasionar danos diretos, por causa da sucção contínua de seiva e da ação taxicogênica, pode ocasionar alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas de tomate. (MOURA et al., 2014)

Os insetos expelem o excesso da seiva na forma de gotículas na superfície das folhas e frutos, onde favorecerá o desenvolvimento de fungos do gênero Capnoduim, causadores de fumagina. Este fungo prejudica os frutos e a realização da fotossíntese. Se tiverem em grandes populações a praga ocasiona a morte de mudas e plantas jovens, em plantas adultas pode causar amadurecimento irregular dos frutos. (MOURA et al., 2014)

A pinta preta é uma das mais importantes doenças do tomate cultivado em campo aberto no Brasil. O agente causador (altternania solani) se alastra pelos esporos trazido pelo vento e é conduzido pela semente. A pinta preta é favorecida por temperatura e umidade alta, inverno e em períodos quentes acompanhados de umidade relativa do ar elevada, o que acontece quando irrigado em excesso. (LOPES & ÁVILA 2005)

A pinta preta aparece a partir do inóculo presente no solo ou de semente infestada. Aparecem lesões escuras na base do caule e pode ocasionar a morte de plantas jovens. Pode aparecer manchas circulares de cor marrom-escura nas folhas mais antigas, apresentar secagem nas folhas mais velhas. A pinta preta não ataca folhas novas. Os frutos que são infectados apresentam podridão escura, chamada de mofo-preto. No caule apresenta machas marrons arredondadas. (LOPES & ÁVILA 2005)

## 2.8 Nematoide na cultura do tomate

Os principais gêneros de nematoides que ocasionam danos na cultura do tomate são o Meloidogyne, Belonola imus, Trichodorus e Paratrichodorus. Outros gêneros são incluídos na literatura, mas não ocasionam perdas ou prejuízos estimáveis. Alguns fatores abióticos como, umidade, temperatura, textura do solo, aeração e nível de resistência ou suscetibilidade de cultivares de tomateiro conseguem influenciar na população dinâmica de nematoides. (PINHEIRO et al., 2014)

Os danos eles dependem da densidade populacional destes fitoparasitas, onde está relacionado com a massa de raízes e na tolerância de altas populações. Se houver estresse causado pelo parasitismo dos nematoides, pode acontecer a influência direta ou indireta no rendimento de sobrevivência de plantas do tomateiro. Se acontecer a danificação nas raízes e o tamanho em vigor, as plantas serão reduzidas, acontecendo a desvantagem das plantas parasitadas em relação às plantas adjacentes na disputa de água, nutrientes e luz. (PINHEIRO et al., 2014)

Plantas do tomateiro que são cultivados em mesmas áreas a qual não tenha medidas

preventivas de controle, muitas vezes ocasionam a não sobrevivência ao intenso ataque de nematoides das galhas (Meloidogyne spp.), esse fator depende muito da área que está infestada, da espécie do nematoide , da cultura e das condições ambientais. (PINHEIRO et al., 2009)

As espécies que prevalecem no Brasil são os nematoides das galhas M. incógnita, M. javanica e o M. arenaria. Estão sendo identificados e incorporados em cultivares comerciais do tomateiro, resistências a espécies Melodogyne e outras espécies como o gene Mi. Entretanto, novas espécies de nematoides de galha tem sido destinada para quebrar a resistência do gene Mi. Com essas novas espécies elas têm o potencial de infectar e ocasionar doenças em culturas do tomateiro com o gene Mi tem-se M. mayaguensis Rammah e Hirschmann. (PINHEIRO et al., 2009)

Nas regiões tropicais obtiveram perdas decorrentes do parasitismo por nematoides em tomateiro, onde atingiu 30% da produção. Em um estudo foi levantado que a área de tomate no Brasil foi atingida por M. javanica (50% das amostras coletadas), seguido de M. incognita (28,5 %), M. ethiopica (14,2%), M. enterolobii (7,14%) e M. morocciensis (3,57%). No entanto, percebe-se que M. incógnita e M. javanica são as espécies mais encontradas na cultura do tomateiro. (CARVALHO, 2017)

As medidas de controle que são recomendadas para os nematoides é fazer a rotação de cultura, cultivo de espécies antagônicas em plantio intercalado, incorporação de matéria orgânica, variedades resistentes, solarização controle biológico e controle químico. No entanto, depois de introduzir mudas infectadas ou equipamentos que esteja contaminado, as práticas de manejo visando sua irradiação são extremamente complexas. (COSTA, 2017)

## 2.9 Tratos Culturais

### *2.9.1 Amontoa*

Chegar a terra no pé da planta para aumentar o seu sistema radicular, isso deve ser feito de 15 a 20 dias após o plantio. (EMBRAPA, 2019)

### *2.9.2 Amarro*

Fazer o amarro com um fitilho de polietileno. Fazem-se a cerca de cinco a seis amaro- os até o topo. O amarro deve deixar a planta em correta condução. (EMBRAPA, 2019)

### *2.9.3 Desbrota*

Elimina os brotos que estão com 2 a 5 cm laterais que aparecem nas axilas de cada folha. O objetivo é diminuir o aumento de ramos na planta e competitividade nas pencas.

(EMBRAPA, 2019)

#### *2.9.4 Poda ou Captação*

Fazendo a poda tem-se maior controle de crescimento da planta, sobre a floração e frutificação, garante frutos mais graúdos. (EMBRAPA, 2019)

## 3 I OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar a viabilidade econômica da cultura do tomate para os produtores rurais da região de Morrinhos-GO, pequenos e médio produtores, já que estes são os que mais contribuem para o fornecimento de plantas olerícolas para a agricultura brasileira. O projeto se tomara como respaldo de legitimidade o levantamento dos custos de produção.

## 4 I MATERIAIS E MÉTODOS

O método utilizado para obter informação dos custos de produção foi realizado em fluxo de caixa simples em dois cenários, onde foi conduzido e realizado a consulta dos preços de insumos e serviços utilizados em todas as etapas da cultura em questão na região sul do estado Goiás, onde foi verificado o quanto aumentará o custo de produção total de uma safra/ha em uma área não contaminada com o nematoides estudado para uma contaminada.

### 4.1 Escolha da cultivar

Antes de iniciar o plantio realizei pesquisas para saber qual seria a melhor cultivar do tomate e então me indicaram por inúmeras razões a cultivar Santa Cruz, onde será plantado 30 mil pés de tomate por hectare no sistema adensamento convencional, o espaçamento será de 1,4m entre fileiras e 0,3m entre plantas.

### 4.2 Preparo da área

O preparo da área deve ser feito de acordo com algumas etapas como a limpeza do campo, conduzir a formação de canteiros e fazer curvas de níveis com largura de 1,0m e rua de 40 cm. Fazer aberturas de covas no centro dos canteiros com um espaçamento de 40cm entre eles. Adubar com esterco curtido em uma dosagem de dois a três litros por cova. Em regiões de solos mais pesados, deve incorporar 100 g/cova de NPK em uma formulação de 4- 14-8 junto com o esterco. Nas regiões de solo mais arenoso, devem aplicar os adubos semanalmente via cobertura da planta, após o transplantio para o local definitivo.

### 4.3 Sistema de irrigação

Após consultar com um profissional com conhecimentos na área de irrigação ele informou que o sistema por aspersão seria mais adequado pela flexibilidade de manejo e a possibilidade de uso nos mais diversos tipos de solo, topografia e cultura. A eficiência de irrigação varia entre os sistemas situando-se na faixa de 60-90%. Onde o custo de implantação dos sistemas por aspersão varia entre R$ 2.000,00 e R$13.000,00 por hectare, sendo o menor valor para sistema convencional portátil, o maior para convencional fixo e valores intermediários para pivô central.

### 4.4 Plantio

O plantio será na safra 2020-2021. Utilizará apenas uma máquina para realizar o plantio de tomate, onde será plantado 30.000 mudas por ha. Com transplantadeira mecânica e fileira simples, o espaçamento é de 1,0 m entre linhas e três plantas por metro linear, resultando em uma população de 30 mil plantas/ha. Com fileiras duplas, o espaçamento mais utilizado é o de 1,2 m entre as fileiras duplas e 0,7 m entre as linhas de cada fileira dupla. O plantio será o plantio direto na palha, onde a presença da palha de milheto protege a terra contra o impacto da chuva ou da irrigação por aspersão, favorece o controle de plantas daninhas e cria um ambiente favorável ao bom desenvolvimento do sistema radicular do tomateiro. O milheto é semeado aproximadamente 55 dias antes do transplantio, utilizando-se 20 kg de sementes por hectare. O semeio pode ser feito a lanço, incorporando as sementes com uma grade niveladora. Após o plantio será ligado a irrigação para poder começar o desenvolvimento do tomate.

### 4.5 Adubação de cobertura

De acordo com a EMBRAPA HORTALIÇAS, a adubação para o tomateiro é feita na profundidade de 7 a 12 cm, para evitar que as raízes das mudas entrem em contato direto com o fertilizante. No entanto, sugeriram a aplicação de 80 a 120 kg/ha de N, 300 a 450 kg/ha de P205 e 50 a 100 kg/ha de K20. Entretanto, ressalta-se que as doses devem ser ajustadas de acordo com o solo a ser fertilizado. A dose de N pode ser menor que 80 kg/ha se o solo for rico em matéria orgânica. Para os solos intensamente cultivados, a dose de fósforo pode ser reduzida.

### 4.6 Controle de ervas daninhas

O controle de ervas daninhas é muito importante na cultura do tomate. O controle de ervas daninha será feito pelo método químico, onde foi escolhido um dos melhores produtos de maior utilização no Brasil, o metribuzim, sendo aplicado tanto em pré-emergência, quando em semeadura direta, como em pós-transplantio de mudas. Neste caso, é aplicado entre as duas primeiras semanas após ou, mais precisamente, em até 10 dias após o transplante. Será aplicado 3 litros por ha. A aplicação será com um uniport e a distribuição

deve ser uniforme, podendo a vazão ser de 200 a 400 L/ha de calda. Esse produto está na faixa de R$ 318,46.

## 4.7 Controle fitossanitário e de pragas

Para fazer o controle das traças do tomateiro, será utilizado o produto químico VERISMO (BASF) e para controlar ácaro-rajado foi utilizado o produto químico PIRATE (BASF).

| Cultura | Doença | | Dosagem | | Volume de calda (L/agua) | N° máximo de aplicações |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nome comum | Nome cientifico | ml p.c.ha | ml. p.c/100L | | |
| Tomate | Traça do tomateiro | *(tuta absoluta)* | 80 a 1000 | 80 a 100 | 1000 | 5 |
| | Ácaro-rajado | *(Tetranychus urticae)* | 25 - 50 mL/100 L de água25 - 50 mL/100 L de água | 25 - 50 mL/100 L de água | 1000 | 3 |

Fonte: BASF, 2017.

## 4.8 Colheita e comercialização

Os frutos podem ser colhidos com 110 a 120 dias após a germinação ou com 90 a 100 dias após o transplante. A colheita será realizada com a utilização de uma colhedeira de automotriz, sendo colhido em apenas um dia toda área de 1ha. Será utilizado automotrizes que cortam as plantas rente ao solo, sendo a parte aérea recolhida e os frutos destacados por meio de intensa vibração. A produtividade esperada é de 80T/há, sendo que parte desses 80T/ha serão distribuídos, onde 70% da produção será vendida para a empresa para a produção de temperos e 30% será vendida para bandeja. Ambos apresentam preços diferentes.

## 4.9 Tratos culturais para áreas infestadas de nematoides

Para fazer os métodos de controle de nematoides com tratos culturais é necessário primeiramente fazer a identificação da espécie que está contaminando a área, onde será realizado uma amostragem de solo que deverá ser enviada a um laboratório de análises nematológicas qualificado. Devem fazer o monitoramento da área contaminada. (Pioneer, 2019)

É necessário utilizar plantas com resistências genéticas à nematoides, pois é um dos métodos mais eficientes e econômicos de se evitar as perdas ocasionadas por estes microrganismos, no caso iremos utilizar a crotalária. É preciso utilizar medidas

fitossanitárias, onde será realizado a limpeza de equipamentos como, máquinas, implementos e ferramentas que devem ser limpos cuidadosamente, depois de serem utilizados em áreas infestadas, nesse sentido a limpezas desses equipamentos são de suma importância. (Pioneer, 2019)

A rotação de cultura é um dos métodos mais recomendados para o manejo de nematoides em culturas anuais ou perenes de ciclo curto. A utilização de plantas antagônicas também são de suma importância, onde é utilizado plantas armadilhas, o qual o nematoide consegue penetrar o sistema radicular, porém, não é capaz de completar seu ciclo de desenvolvimento, plantas hospedeiras desfavoráveis, onde há penetração do sistema radicular, porém, poucos nematoides se desenvolvem e aquelas que contêm compostos nematicidas/nematostáticos em seus tecidos. (Pioneer, 2019)

Também pode haver a adição de matéria orgânica no solo que é uma excelente fertilidade para o solo, sendo as principais fontes as tortas de sementes de oleaginosas, biomassa vegetal, resíduos agroindustriais, resíduos de animais e lixo urbano. Controle biológico também é uma forma muito favorável de combater uma área infestada por nematoides. (Pioneer, 2019)

## 5 | RESULTADOS

| DESCRIÇÃO | QUANTIDADE | CUSTO POR HA |
|---|---|---|
| Adubo mineral (Ácido fosfórico) | 10 | R$397,00 |
| Adubo mineral (Bórax) | 20 | R$79,90 |
| Adubo mineral (Cloreto de potássio branco) | 1.000 | R$340,68 |
| Adubo mineral (Cloreto de potássio) | 0,1 | R$21,15 |
| Adubo mineral (Nitrato de cálcio) | 2.500 | R$160,00 |
| Adubo mineral (Sulfato de magnésio) | 150 | R$ 217,50 |
| Adubo mineral (Sulfato de zinco) | 20 | R$68,60 |
| Adubo mineral (Superfosfato simples) | 4,5 | R$104,64 |
| Adubo orgânico (Cama de frango) | 15 | R$223,50 |
| Agrotóxico (Abamectina 18 G/L) | 6 | R$34,22 |
| Agrotoxico (Acibenzolar S Metílico 500 G/KG) | 0,1 | R$156,00 |
| Agrotóxico (Clorfenapir 240 G/L) | 0,4 | R$40,10 |
| Agrotóxico (Dimetomorfe 500 G/KG) | 4,5 | R$360,00 |
| Agrotóxico (Fenpropatrina 300 G/KG) | 0,6 | R$120,68 |
| Agrotóxico (Iprodiona 500 G/L) | 4,5 | R$420,60 |
| Agrotóxico (Mancozebe 800 G/KG) | 30 | R$500,73 |
| Agrotóxico (Oxicloreto de cobre 840 G/KG) | 30 | R$1.995 |
| Agrotóxico (Tiametoxam 250 G/KG) | 1,0 | R$126,02 |
| Agrotóxico (Tiametoxan 200G/L+Clorantraniliprole100G/L) | 0,8 | R$405,60 |

| Agrotóxico (Triflumuron 480 G/KG) | 5,4 | R$285,00 |
|---|---|---|
| Arame ovalado (para cerca) | 10 | R$183,46 |
| Bob (esticador arame) | 100 | R$332,80 |
| Energia elétrica para irrigação | 1.065 | R$479,25 |
| Mourão (eucalipto tratado - 3,0 m x 0,12 m) | 300 | R$9.063 |
| Mulching (Bobina de 1,6 x 500 m) | 10 | R$349,90 |
| Sementes de Tomate (Híbrido) | 17.000 | 6.305,18 |
| Substrato (Mudas) | 14 | 291,48 |
| Varas | 17.000 | 161,500 |
| Total | 39.301,9 | R$23.223,49 |

CUSTO DE PRODUÇÃO EM AREA NÃO INFESTADA

## Serviços

| DESCRIÇÃO | QUANTIDADE | CUSTO POR HA |
|---|---|---|
| Adubos (Distribuição manual) | 8 | R$ 560,00 |
| Adubos (Incorporação mecânica) | 8 | R$560,00 |
| Agrotóxico (Aplicação) | 50 | R$3.500,00 |
| Colheita/Classificação/Acondicionamento | 80 | R$5.600,00 |
| Construção (Suporte) | 20 | R$1.400,00 |
| Desbrota e amarrio | 120 | R$8.400,00 |
| Enleiramento c/ microtrator | 16 | R$1.120,00 |
| Fertirrigação | 4 | R$280,00 |
| Irrigação (Gotejamento) | 4 | R$280,00 |
| Irrigação (Montagem do sistema) | 4 | R$280,00 |
| Mudas (Formação em bandejas) | 3 | R$210,00 |
| Preparo do solo (Aração) | 3 | R$255,00 |
| Preparo do solo (Gradagem) | 2 | R$280,00 |
| Transplantio | 3 | R$210,00 |
| | | R$ 22.935,00 |

| DESCRIÇÃO | QUANTIDADE | CUSTO POR HA |
|---|---|---|
| Adubo mineral (Ácido fosfórico) | 10 | R$397,00 |
| Adubo mineral (Bórax) | 20 | R$79,90 |
| Adubo mineral (Cloreto de potássio branco) | 1.000 | R$340,68 |
| Adubo mineral (Cloreto de potássio) | 0,1 | R$21,15 |
| Adubo mineral (Nitrato de cálcio) | 2.500 | R$160,00 |
| Adubo mineral (Sulfato de magnésio) | 150 | R$ 217,50 |
| Adubo mineral (Sulfato de zinco) | 20 | R$68,60 |
| Adubo mineral (Superfosfato simples) | 4,5 | R$104,64 |

| | | |
|---|---|---|
| Adubo  orgânico (Cama de frango) | 15 | R$223,50 |
| Agrotóxico (Abamectina 18 G/L) | 6 | R$34,22 |
| Agrotoxico (Acibenzolar S Metílico 500 G/KG) | 0,1 | R$156,00 |
| Agrotóxico (Clorfenapir 240  G/L) | 0,4 | R$40,10 |
| Agrotóxico (Dimetomorfe 500 G/KG) | 4,5 | R$360,00 |
| Agrotóxico (Fenpropatrina 300 G/KG) | 0,6 | R$120,68 |
| Agrotóxico (Iprodiona 500 G/L) | 4,5 | R$420,60 |
| Agrotóxico (Mancozebe 800  G/KG) | 30 | R$500,73 |
| Agrotóxico (Oxicloreto de cobre 840 G/KG) | 30 | R$1.995 |
| Agrotóxico (Tiametoxam 250 G/KG) | 1,0 | R$126,02 |
| Agrotóxico (Tiametoxan 200G/L+Clorantraniliprole100G/L) | 0,8 | R$405,60 |
| Agrotóxico (Triflumuron 480 G/KG) | 5,4 | R$285,00 |
| Arame ovalado (para cerca) | 10 | R$183,46 |
| Bob (esticador arame) | 100 | R$332,80 |
| Energia elétrica para irrigação | 1.065 | R$479,25 |
| Mourão (eucalipto tratado - 3,0 m x 0,12  m) | 300 | R$9.063 |
| Mulching (Bobina de 1,6 x 500 m) | 10 | R$349,90 |
| Sementes de Tomate (Híbrido) | 17.000 | 6.305,18 |
| Substrato (Mudas) | 14 | 291,48 |
| Varas | 17.000 | 161,500 |
| Crotalária | 10 | R$190,00 |
| Plantas antagônicas-gramíneas | 20 | R$1.400,00 |
| Fert Bokashi®Premium | 1 | R$177,75 |
| Mucuna preta | 80 | R$729,60 |
| Stark | 1 | R$179,80 |
| Nemacontrol | 1 | R$498,00 |
| Total | | R$26.403,59 |

CUSTO DE PRODUÇÃO EM AREA INFESTADA

## Serviços

| DESCRIÇÃO | QUANTIDADE | CUSTO POR HA |
|---|---|---|
| Adubos (Distribuição manual) | 8 | R$ 560,00 |
| Adubos (Incorporação mecânica) | 8 | R$560,00 |
| Agrotóxico (Aplicação) | 50 | R$3.500,00 |
| Colheita/Classificação/Acondicionamento | 80 | R$5.600,00 |
| Construção (Suporte) | 20 | R$1.400,00 |
| Desbrota e amarrio | 120 | R$8.400,00 |
| Enleiramento c/ microtrator | 16 | R$1.120,00 |
| Fertirrigação | 4 | R$280,00 |

| Irrigação (Gotejamento) | 4 | R$280,00 |
|---|---|---|
| Irrigação (Montagem do sistema) | 4 | R$280,00 |
| Mudas (Formação em bandejas) | 3 | R$210,00 |
| Preparo do solo (Aração) | 3 | R$255,00 |
| Preparo do solo (Gradagem) | 2 | R$280,00 |
| Transplantio | 3 | R$210,00 |
| Medidas fitossanitárias | 3 | R$210,00 |
| | | R$ 23.145,00 |

## 6 I CONCLUSÃO

Tendo em vista os custos de produção com insumos e serviços em uma área de produção de tomate envarado que não esteja infectada com nematoides, que totalizou o custo de produção de R$ 46.158,49 e tendo em vista os custos de produção com insumos e serviços em uma área de produção de alho que esteja infectada com nematoides que totalizou o custo de produção de R$ 49.548,59. Notasse que há um aumento de custo de produção para o controle de nematoides de R$ 3.390,10, que representa em porcentagem no custo de produção de uma área não infectada para uma área infectada de 6,85 %.

O aumento do custo de produção para o controle de nematoides na cultura do tomate envarado é significante, isso se deve a hipótese de que na cultura em questão ser bastante sensível ao ataque de fitonematoides e requerer uma gama maior de praticas de controle dos nematoides, o que aumenta o custo.

Todavia, mesmo sendo relativamente alto o aumento do custo de produção com o controle de nematoides na cultura do tomate envarado, o mesmo deve-se ser aplicado no controle, tendo em vista que o crescimento populacional dos nematoides em áreas de cultivo é exponencial, podendo inviabilizar a área para o cultivo da cultura em questão e de outras culturas mais sensíveis as espécies de nematoides presentes na área.

O lado positivo é que é o aumento do custo em questão que é aumentado com o controle de nematoides na cultura do tomate envarado, o que não inviabiliza a cultura, tendo em vista que a receita com o comércio da produção da cultura do alho e por ser uma cultura de alto valor agregado consegue-se pagar os custos de produção com as custas de controle embutidas e ainda obter um lucro que esteja com uma taxa interna de retorno acima do o mercado de renda fixa aplica. Porém vale a pena ressaltar que isso dependerá da contação da tonelada do tomate envarado no mercado e os custos dos insumos e serviços, podendo variar para mais e para menos.

Conclui-se que é viável o controle de nematoides na cultura do tomate envarado para o município de Morrinhos-GO.

## REFERÊNCIAS

Carvalho, P. H. D. Controle biológico e alternativo de Meloidogyne incognita e M. javanica em tomateiro. **UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOPATOLOGIA**. 2017.

COSTA, F.G.; FILHO, J.V.C.; ANÁLISE DAS PERDAS NA COMERCIALIZAÇÃO DE TOMATE: um estudo de caso, **Econômicas**, SP, v.26, n.12, P.10-26, 1996.

Costa, N. D. J. F. Efeito de Calotropis procera no controle de Meloidogyne incognita e aspectos biológicos do nematoide em tomateiro. **UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA PROGRAMA DE PÓSGRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA**. 2017.

CLEMENTE, F. M. V. T.; MENDONÇA, J. L.; ALARENGA, M. A.; Tratos Culturais, **Agência Embrapa de Informações Tecnológica**, https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tomate/arvore/CONT000fa2qor2r02wx 5eo01xezlshcwkfx5.html. Acesso em: 07/abril/2020.

DUSI, A. N.; LOPES, C. A.; OLIVEIRA, C. A. S.; MOREIRA, H. M.; MIRANDA, J. E. C.; CHARCHAR, J. M.; SILVA, J. L. O.; MAGALHÃES, J. R.; BRANCO, M. C.; REIS, N. V. B.; MAKISHIMA, N.; FONTES, R. R.; PEREIRA, W.; HORIANO, Y.; A CULTURA DO TOMATEIRO (para mesa), **EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças**, v. 5, p. 10-12, 1993.

FACTOR, T. L.; JÚNIOR, S. L.; PURQUEIRO, L. F. V.; BRANCO, R. F.; BLAT, S. F.; ARAÚJO, J. A. C.; PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE TOMATE EM FUNÇÃO DA COBERTURA DO SOLO E PLANTA COM AGROTÊXTIL, **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. s606-s607. 2009.

FERREIRA, S.M.R.; FREITAS, R.J.S.; LAZZARI, E.N.; Padrão de identidade e qualidade do tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) de mesa, **Ciência Rural, Santa Maria**, v.34, n.1, p.329- 335, 2004
LOPES, C.A.; ÁVILA, A.C.; Doenças do Tomateiro, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, n.144, p.11-151, 2005.

MARTINS, P.M.; Controle de larvas de Tuta absoluta (Lepidoptera:Gelechiidae) utilizando nematoides entomopatogênicos e variedades resistentes de tomateiro, **UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**, n. 21, p. 6-20, 2019.

MOURA, A. P., FILHO, M. M. GUIMARÃES, J. A., LIZ, R. S., Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial, **CIRCULAR TÉCNICA**, P. 2, 2014.

Nascimento, A. R.; Júnior, M. S. S.; Caliari, M.; Fernandes, P. M.; Rodrigues, J. P. M.; Carvalho, W.; Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás, **Horticultura Brasileira**, vol.31 n.4, 2013.

NETO, R. S.; O MERCADO DE TOMATE EM GOIÁS: ESTUDO SOBRE O COMPORTAMENTO DA CADEIA E A EVOLUÇÃO DA ATIVIDADE PRODUTIVA NO SETOR IN NATURA, **UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS ESCOLA DE AGRONOMIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE AGRONEGÓCIO**, P. 9, 2019.

Pinheiro, J. B., Boiteux, L. S., Lopes, C. A., & da SILVA, G. O. Identificação de fontes de resistência ao nematóide *Meloidogyne mayaguensis* em acessos de tomateiro (*Solanum secção Lycopersicon*). ***Embrapa Hortaliças-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E).*** 2009.

PINHEIRO, J. B.; PEREIRA, R. B.; SUINAGA, F. A. Manejo de nematoides na cultura do tomate. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2014.

RAMOS, A. R. P.; AMARO, A. C. E.; MACEDO, A. C.; SUGAWARA, G. S. A.; EVANGELISTA, R. M.; RODRIGUESNJ. P.; ONO, E. O.; Qualidade de frutos de tomate 'giuliana' tratados com produtos de efeitos fisiológicos, **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 35433552, 2013

SALES, R. S. A.; CONTROLE BIOLÓGICO DE Rhizoctonia solani, AGENTE CAUSAL DO TOMBAMENTO DO TOMATEIRO, COM Trichoderma spp, **INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA PROGRAMA DE PÓSGRADUAÇÃO EM AGRICULTURA NO TRÓPICO ÚMIDO**, P. 1, 2011.

**Pioneer. Soluções de controle para nematoides. Agronegocio em foco, 2019**. http://www.pioneersementes.com.br/blog/105/solucoes-de-controle- para-nematoides. Acesso em: 19 de outubro de 2020.

FERREIRA, S. M. R.; QUADROS, D. A.; KARKLE, E. N. L.; LIMA, J. J.; TULLIO, L. T.; FREITAS, R. J. S.; Qualidade pós-colheita do tomate de mesa convencional e orgânico; **Ciênc. Tecnol. Aliment**. vol.30 no.4 Campinas Oct./Dec. 2010.

VIEIRA, R. C.; Estudo da modelagem cientifica da fermentação alcolica em batelada de polpa de tomate.. **UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS CENTRO DE TECNOLOGIA**. P. 8. 2020.

ZUBA. S. N.; PRODUTIVIDADE E NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO COM FONTES ALTERNATIVAS DE NUTRIENTES, **Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Solos**, p. 11-11, 2007.

# CAPÍTULO 14

# EXTRATIVISMO E COMERCIALIZAÇÃO DO BACURI NOS ESTADOS DO MARANHÃO E PIAUÍ

*Data de aceite: 01/03/2022*

*Data de submissão: 04/03/2022*

**João Lucas Germano Miranda**
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)– Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://lattes.cnpq.br/6121741354724849

**Greicyelle Marinho de Sousa**
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)– Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://lattes.cnpq.br/9769354483167279

**Brenda Ellen Lima Rodrigues**
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)– Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://lattes.cnpq.br/3744642411826282

**Romário Martins Costa**
Universidade Federal do Piauí - Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias
Bom Jesus-PI
http://lattes.cnpq.br/8193853986166353

**Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista**
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)– Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://lattes.cnpq.br/5604372541250943

**Thalles Eduardo Rodrigues de Araújo**
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)– Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://lattes.cnpq.br/3610925438116333

**Rafael Silva Bandeira**
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)– Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://lattes.cnpq.br/6328515199407059

**Eduardo de Jesus dos Santos**
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)– Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://lattes.cnpq.br/9936758086453768

**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos**
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)– Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA)
Chapadinha- MA
http://lattes.cnpq.br/0720581765268326

**RESUMO:** O bacuri (*Platonia insignis* Mart.) é uma espécie que tem sua origem na Amazônia, bastante conhecida e explorada pela população local. Os frutos possuem polpa saborosa e podem ser utilizados para a produção de alimentos processados, tais como sorvetes, sucos, doses, entre outros produtos. Nos estados do Maranhão e Piauí a cultura do bacuri assume importância econômica, onde se concentram densas e

diversificadas populações naturais em áreas de vegetação secundária. Contudo, poucas informações estão disponíveis na literatura sobre o extrativismo, e sobretudo a comercialização do bacuri nesses estados. Desse modo, esta revisão teve como objetivo discorrer sobre as formas de extração e a comercialização do bacuri nos estados do Maranhão e Piauí. O bacuri ainda hoje provém do extrativismo, pois inexistem cultivos comerciais da espécie. Contudo, grande parte dos bacurizeiros foi derrubada no passado para obtenção de madeira e, atualmente, nos estados do Maranhão e no Piauí, o processo continua para a substituição de áreas nativas pelo plantio de culturas empresariais. O bacuri é coletado, despolpado, e só então destinado aos grandes centros urbanos para comercialização. A comercialização dos frutos *in natura* ocorre tanto nas centrais de abastecimentos das capitais, como na própria região onde é coletado, em barracas na beira de rodovias ou por vendedores ambulantes.
**PALAVRAS-CHAVE:** *Platonia insignis*, Clusiaceae, extrativismo vegetal, comercialização informal, agricultura familiar.

## EXTRACTIVENESS AND COMMERCIALIZATION OF BACURI IN THE STATES OF MARANHÃO AND PIAUÍ

**ABSTRACT**: The bacuri (*Platonia insignis* Mart.) is a species that has its origin in the Amazon, well known and exploited by the local population. The fruits have tasty pulp and can be used for the production of processed foods, such as ice cream, juices, doses, among other products. In the states of Maranhão and Piauí, the bacuri culture assumes economic importance, where dense and diversified natural populations are concentrated in areas of secondary vegetation. However, little information is available in the literature on extractivism, and especially the commercialization of bacuri in these states. Thus, this review aimed to discuss the forms of extraction and commercialization of bacuri in the states of Maranhão and Piauí. The bacuri still comes from extractivism, as there are no commercial crops of the species. However, most of the bacuri trees were felled in the past to obtain wood and, currently, in the states of Maranhão and Piauí, the process continues to replace native areas with the planting of business crops. The bacuri is collected, pulped, and only then sent to large urban centers for commercialization. The sale of fresh fruit takes place both at supply centers in capital cities and in the region where it is collected, at roadside stalls or by street vendors.
**KEYWORDS**: *Platonia insignis*, Clusiaceae, plant extractivism, informal marketing, family farming.

## 1 | INTRODUÇÃO

A diversidade e potencialidade dos frutos da Amazônia, aliada à atual atenção dada aos frutos tropicais, tornam significativas as perspectivas para sua comercialização in natura e seu aproveitamento industrial (TEIXEIRA, 2000). O bacurizeiro (Platonia insignis Mart.), árvore frutífera, tipicamente tropical, pertencente à família Clusiaceae, é uma espécie perenifólia, heliófita e seletiva higrófita, característica da vegetação aberta de transição, especialmente das áreas descampadas. Essa espécie ocorre em baixas densidades na floresta primária densa, com 0,5 a 1,5 árvore por hectare (FAO, 1986).

Os frutos do bacurizeiro são colhidos quase que exclusivamente de forma extrativista

na região Nordeste do Brasil, sobretudo por grupos familiares ou por associações de moradores e proprietários de grandes ou pequenas propriedades, onde há a ocorrência espontânea dessa espécie.  Os frutos vêm ganhando bastante espaço no mercado, onde são comercializados a granel ou extraída a polpa e posteriormente vendidas. Contudo, a extração da polpa não supre a demanda do mercado, que vem aumentando a cada dia (HOMMA et al., 2010).

Adicionalmente, o extrativismo do bacuri faz parte do elenco de “produtos invisíveis”, que segundo Menezes (2002) são produtos extraídos da floresta amazônica, como o uxi (Endopleura uchi Huber), tucumã (Astrocaryum aculeatum G.F.W. Meyer), bacaba (Oenocarpus bacaba Mart.) e outros já domesticados, entre os quais o cupuaçu (Theobroma grandiflorum (Willd. ex. Spreng.) Schum.), a pupunha (Bactris gasipaes Kunth.) e o jambu (Spilanthes oleracea L.) que não são computados nas estatísticas oficiais, mas são relevantes na estratégia de sobrevivência da agricultura familiar.

Nos estados do Maranhão e Piauí a cultura do bacuri assume importância econômica, onde se concentram densas e diversificadas populações naturais em áreas de vegetação secundária (CARVALHO, 2007; MENEZES et al., 2012). Nesses estados, como os frutos geralmente são advindos do extrativismo, sem controle da quantidade coletada/produzida (LEAL et al., 2006), e na maioria das vezes comercializados em feiras locais em beira de estradas (SILVA et al., 2016), poucas informações estão disponíveis na literatura sobre o extrativismo, e sobretudo a comercialização do bacuri. Desse modo, esta revisão teve como objetivo discorrer sobre as formas de extração e a comercialização do bacuri nos estados do Maranhão e Piauí.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Características gerais do bacuri

O bacurizeiro, pertencente à família Clusiaceae, é uma árvore mitífera e madeireira, tem seu provável centro de origem o estado do Pará com ocorrência também nos Estados do Maranhão, Tocantins e Piauí (ARAÚJO et al., 1999).

As árvores do bacurizeiro são de grande porte, cuja altura pode variar de 15 a 30 m, com até 1,5 m de diâmetro (MORAES et al., 1994; CAVALCANTE, 1996). É perenifólia (que tem folhas durante o ano inteiro), heliófila (planta que precisa de muita luz solar) e seletiva higrófila (prefere umidade), característica da vegetação aberta de transição nas áreas descampadas, sendo rara nas florestas primárias densas (LORENZI, 1992). De acordo com Teixeira et al. (2005), o bacuri é um fruto não-climatérico, ou seja, só amadurece enquanto estiver ligado à planta. Após a colheita, os frutos não melhoram suas características sensoriais e nutricionais, embora um leve amolecimento e perda da coloração verde possam ocorrer. A composição nutricional do fruto é apresentada na Tabela 1.

| Composição | Conteúdo | Composição | Conteúdo |
|---|---|---|---|
| Calorias (cal) | 105,0 | Vitamina B1 e B 2 (mg) | 0,04 |
| Proteínas (g) | 1,90 | Ácido ascórbico (mg) | 33,00 |
| Lipídios (g) | 2,00 | Niacina (mg) | 0,50 |
| Fibra (g) | 7,40 | Lisina (mg) | 316,00 |
| Cálcio (mg) | 20,00 | Metionina (mg) | 178,00 |
| Fósforo (mg) | 36,00 | Treonina (mg) | 219,00 |
| Ferro (mg) | 2,20 | Triptófano (mg) | 57,00 |

Tabela 1 - Composição nutricional do bacuri tomando por base uma porção de 100g de polpa.

Fonte: Morton (1987)

## 2.2 Distribuição geográfica da espécie

A sua distribuição é muito ampla, ocorre predominantemente na região Norte do estado do Pará, mais especificamente nas microrregiões do Salgado, Cametá, Bragantino de baixa ocorrência nas regiões de Guamá e Tomé-Açu, dispostas em uma densidade de 50 a 100 plantas adultas por hectare, com uma maior ocorrência na mesorregião de Marajó com densidade entre 100 e 200 plantas por hectare (CALZAVARA, 1970).

Embora tenha uma boa ocorrência no estado do Pará, o bacurizeiro também está distribuindo em outros estados do Brasil. No Maranhão, a espécie possui grande dispersão, sendo encontrada desde áreas da Pré-Amazônia, Baixada Maranhense, até cerrados do centro-sul, extremo sul e do Baixo Parnaíba, enquanto no estado do Piauí, está distribuído em área delimitada, ao Norte, pelo município de Murici dos Portela; ao Sul, pelo município de Amarante; a Leste, pelo município de Barras; e a oeste, por Palmeirais (CARVALHO, 2007). Na região sul do país a sua dispersão atinge o Paraguai, no sentido a norte chega no Amapá, Suriname e Guiana Francesa (CAVALCANTE,1996).

De maneira geral, a distribuição dessa espécie no país atinge três regiões, sendo: a região Norte, em todos os estados; o Nordeste, nos estados do Maranhão e Piauí; e na região Centro Oeste, no estado do Mato Grosso, como pode ser observado na Figura 1. Nos estados do Acre, Amapá, Amazonas e Roraima ocorre em áreas de floresta primária e, geralmente, com número reduzido de indivíduos por hectare, enquanto que no estado do Tocantins, a espécie é encontrada tanto em áreas de floresta primária como secundária (CARVALHO, 2007).

Figura 1 - Mapa de distribuição geográfica do bacuri no Brasil.

Fonte: Aquino (2012); adaptado de Nascimento et al. (2007).

No início da década de 90 o bacurizeiro era utilizado com a finalidade madeireira, onde a busca pela madeira dessa árvore gerou uma preocupação com seu patrimônio genético. Além desse fator, ocorria ainda o desmatamento de áreas onde se concentravam populações de bacurizeiros para uso da atividade pecuária em larga escala, prejudicando também a germinação da planta pelo pisoteio dos animais e limpeza da área através de roços dos brotos de raízes. Uma das mais recentes formas de devastação das espécies é o crescimento populacional e o aumento de áreas urbanas em regiões litorâneas no estado do Maranhão, onde essas plantas tem uma maior concentração. Nesse contexto, a preservação do patrimônio genético, a prática de conservação *ex situ*, coleta e avaliação de germoplasma para auxiliar em programas de melhoramento com a finalidade de domesticação da espécie, tornam-se atividades essenciais (NASCIMENTO et al., 2007).

## 2.3 Formas de extrativismo

O bacurizeiro é uma espécie arbórea de médio a grande porte, com um potencial de aproveitamento como planta frutífera, madeireiro e agroindustrial (SOUZA et al., 2007). Quanto ao processo de industrialização do bacuri, geralmente é promovido por pequenas empresas, que realizam a extração da polpa para a fabricação de iogurtes, doces, geleias, compotas e sorvetes (MIGUEL, 2010).

O bacuri ainda hoje provém do extrativismo, pois inexistem cultivos comerciais da espécie, de modo que os bacurizeiros são mantidos em quintais ou sob alguns indivíduos em capoeiras deixadas para coleta e em alguns pomares produtivos com apenas essa

espécie (FERREIRA, 2008; MATOS, 2008; MENEZES, 2010).

Segundo o trabalho de Silva et al. (2009), o bacuri vem sendo explorado de forma extrativista e pouco se conhece sobre as técnicas utilizadas pelos coletadores. Neste contexto, há uma grande necessidade de desenvolver estudos com o intuito de melhorar não apenas a sua forma de exploração, mas também a sua produção.

Homma (2008) afirma que grande parte dos bacurizeiros foi derrubada no passado para obtenção de madeira e, atualmente, nos estados do Maranhão e no Piauí, o processo continua para a substituição de áreas nativas pelo plantio de soja e abacaxi.

Segundo Leal et al. (2006), são muitas as espécies frutíferas (cajá, buriti, bacuri, entre outras), de ocorrência espontâneas que são exploradas para a geração de renda, neste intuito apenas o cajá é cultivado de forma racional. Enquanto ao bacuri, o problema está relacionado a falta de conhecimento técnico e uso de baixa tecnologia na extração. Mas, o senário pode mudar a curto prazo, pois no estado do Piauí já existe envolvimento de instituições de ensino/pesquisa como a Universidade Federal do Piauí (UFPI) e Embrapa Meio-Norte, que trabalham realizando pesquisas com o bacuri na área de recursos genético, realizando coletas, avaliação, levantamentos e formas de aproveitamento e preservação, além da propagação e formas de manejo mais eficiente.

## 2.4 Comercialização

A comercialização do bacuri em sua maioria, ocorre na forma de polpa, outra parte comercializada a granel através de vendedores ambulantes e em beira de rodovias sem um padrão de qualidade preestabelecido, sendo bastante comum a ocorrência dessas práticas em locais de ocorrência da espécie nos estados do Maranhão e Piauí.

### *2.4.1 Comercialização no Piauí*

A comercialização do bacuri no estado do Piauí, mais especificamente no município de Teresina, ocorre de forma semelhante a outras frutíferas produzidas pela agricultura empresarial, onde os frutos são comercializados em grande maioria na CEASA/PI, cuja a procedência é dos estados do Tocantins e Maranhão. Esse produto tem bastante aceitação pelos consumidores principalmente pelos produtos derivados da polpa do fruto presente nos mercadinhos e mercados (Leal et al., 2006).

Segundo Leal et al. (2006), o volume do bacuri comercializado na microrregião de Teresina no ano de 2003 teve uma redução significativa, com uma representatividade de apenas 40,11% do volume comercializado no ano anterior, já no ano seguinte (2004) ocorre um aumento e recuperação das vendas chegando a 100%, em valores o bacuri passou de 159 t para 317 t comercializadas, desse total, pressupõe que uma boa parte dos frutos sejam negociados diretamente dos coletores para os revendedores/beneficiadores.

### 2.4.2 Comercialização no Maranhão

A cadeia extrativista do bacuri no estado do Maranhão concentra a maior parte da produção e comercialização no Sul Maranhense (BISPO et al., 2021). De acordo com esses autores, no município de Carolina-MA, existe um comércio estabelecido de bacuri, onde os frutos são colhidos e despolpados por moradores locais e posteriormente a produção é repassada para atravessadores, no qual destinam a produção as capitais do Piauí, do Maranhão ou do Pará. Essa atividade informal tem gerado renda tanto para os coletores de frutos no campo como para as mulheres responsáveis pelo despolpamento dos frutos.

Por outro lado, existe o extrativismo predatório, que ocorre principalmente devido ao alto valor agregado ao fruto, ocasionado a quebra de árvores, derrubada de frutos verdes e invasão de propriedades (MENEZES et al., 2011). Além disso, outro problema é a falta de agroindústria especializada no processamento, uma vez que é realizado um processamento mínimo em galpões improvisados e áreas externas das casas dos agroextrativistas e só então destinados aos centros consumidores (BISPO et al., 2021).

Neste contexto, existem vários problemas relacionados ao extrativismo do bacuri, portanto, observa-se a necessidade de designar um apoio técnico voltado ao agronegócio artesanal, ao passo que a extração e produção de polpa ainda é de forma rudimentar. A produção artesanal deve ser embasada em uma legislação específica e clara que permita uma maior agregação ao seu produto e geração de renda no meio rural, garantindo a sustentabilidade econômica e ambiental (SOUSA et al., 2017).

O bacuri comercializado nos estados do Maranhão e Piauí são advindos do extrativismo. Embora, em algumas regiões tenha sido observada uma redução no número de plantas devido ao desmatamento para implantação de culturas empresariais, especialmente a soja (BISPO et al., 2021). Nesse contexto, como a demanda pelo bacuri é crescente e a oferta atualmente não é elevada, podendo sofrer drástica redução no futuro devido a retirada da vegetação em locais de ocorrência dessa espécie, torna-se necessário o cultivo comercial dessa cultura para elevar a produção e atender a demanda.

A espécie *Platonia insignis* possui potencial de utilização na recuperação de áreas degradada (MENEZES et al., 2011). Desse modo, pode ser utilizada para o reflorestamento de área degradadas ou na recuperação de área de preservação permanente (APP) nas propriedades rurais de acordo com (HOMMA, 2008). Essas medidas, além do seu cultivo comercial, podem garantir uma continuidade na comercialização do bacuri a longo prazo.

## 3 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de bacuri nos estados do Maranhão e Piauí são advindas quase exclusivamente do extrativismo realizado por famílias nos locais de ocorrência da espécie para incremento da renda no período de produção.

O bacuri é coletado, despolpado, e só então destinado aos grandes centros urbanos para comercialização. A comercialização dos frutos in natura ocorre tanto nas centrais de abastecimentos das capitais, como na própria região onde é coletado, em barracas na beira de rodovias ou por vendedores ambulantes.

São necessárias políticas públicas para incentivar a preservação das áreas de ocorrência natural do bacurizeiro, levando em consideração sua importância socioeconômica em comunidades de baixa renda.

São necessários investimentos em pesquisa e assistência técnica para implantação de área comerciais com o intuito de atender à crescente demanda do mercado e reduzir o extrativismo predatório. Além disso, essa medida se faz necessária, uma vez que o número de bacurizeiros vem reduzindo em virtude do desmatamento para implantação de culturas empresariais, sobretudo a soja.

## REFERÊNCIAS


AQUINO, A. C. **Estudo da ampliação da escala na produção de néctar de bacuri (*Platonia insignis* Martius) com aplicação de preparações enzimáticas comerciais**. 2012, 181p. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Universidade Federal do Ceará,

ARAÚJO, E. C. E.; VALOIS, E. C.; FERREIRA, V. M. **Bibliografia do bacuri (*Platonia insignis* Mart.)**. Teresina. Embrapa Meio-Norte, 1999. 34 p. Disponível em: < https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/57837/1/Doc43.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2021.

BISPO, T. W.; GUÉNEAU, S.; BRAGA, C. L.; LIMA, C. C. Cadeias produtivas dos frutos nativos do Cerrado: estudos de caso sobre o agroextrativismo no Vale do Rio Urucuia em Minas Gerais e no Sul Maranhense. **IGepec**, v. 25, p. 133-152, 2021.

CALZAVARA, B. B. G. **Fruteiras abieiro, abricozeiro, bacurizeiro, biribazeiro, cupuaçuzeiro.** Ed. 2. Belém: Embrapa Amazônia Oriental-Séries anteriores (INFOTECA-E), 1970. 34p. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/376699/1/IPEANCulturasAmazonia3.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2021.

CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 6.ed. Belém: CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi, 1996. 279p.

CARVALHO, J. E. U. Aspectos botânicos, origem e distribuição geográfica do bacurizeiro. In: Lima, M. C. **Bacuri: Agrobiodiversidade**. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. P. 17-27, 2007.

FAO. 1986. Food and fruit bearing species 3: **Examples from Latin America. FAOForestry Paper** 44/3, Rome, Italy.

FERREIRA, M. do S. G. **Bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart) em florestas secundárias: Possibilidades para o desenvolvimento sustentável no Nordeste Paraense**. 2008. 212 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) -Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.

HOMMA, A. K. O. **Extrativismo, biodiversidade e biopirataria na Amazônia**. ed 1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica: Brasília, 2008. 97p. Disponível em <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/115065/1/sgetexto27.pdf>. Acesso em 10 mar. 2021.

HOMMA, A. K. O.; DE CARVALHO, J. E. U.; DE MENEZES, A. J. E. A. Bacuri: fruta amazônica em ascensão. **Ciência Hoje**, v. 46, n. 271, p. 39-45, 2010.

LEAL, A. F.; SOUZA, V. A. B.; GOMES, J. M. A. Condições do extrativismo e aproveitamento das frutas nativas na microrregião de Teresina, Piauí. **Revista Ceres**, v. 53, n. 310, p. 511-513, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 384p.

MATOS, G. B. **Valorização de produtos florestais não madeireiros: o manejo de bacurizeiros (Platonia insignis Mart.) nativos das mesorregiões do nordeste paraense e do marajó**. 2008.112 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) – Programa de Pós-graduação em Agriculturas Amazônicas, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

MENEZES, A. J. A. **Análise econômica da "produção invisível" nos estabelecimentos agrícolas familiares no Projeto de Assentamento Agroextrativista Praialta e Piranheira, Município de Nova Ipixuna, Pará.** 2002. 137 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Pará, Belém, PA

MENEZES, A. J. E. A. **Do extrativismo à domesticação: o caso dos bacurizeiros (*Platonia insignis* Mart.) do Nordeste Paraense e da Ilha do Marajó**. 2010. 196 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

MENEZES, A. J. E. A.; HOMMA, A. K. O.; SCHÖFFEL, E. R. **Do extrativismo à domesticação: o caso do bacurizeiro no Nordeste Paraense e na Ilha do Marajó / por Antonio José Elias Amorim de Menezes, Alfredo Kingo Oyama Homma e Edgar Ricardo Schöffel**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 66 p. il. Color. ; 21 cm x 15 cm (Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1517-2201 ; 379).

MENEZES, A. J. E. A.; HOMMA, A. K. O.; SCHÖFFEL, E. R.; FILGUEIRAS, G. C. A comercialização do fruto de bacuri pela agricultura familiar no nordeste paraense e Ilha de Marajó no Pará. In: SOBER Nordeste, n. 6, 2011, Petrolina. **Nordeste: desafios do desenvolvimento para a inclusão social**. Petrolina: FACAPE, 2011. 21 p.

Miguel, L. A (2010). Abordagem sistêmica da unidade de produção. In: **Wagner, AS et al. Gestão e planejamento de unidades de produção agrícola**. Porto Alegre: Editora da UFRGS,11-18p.

MORAES, V.H. de F.; MÜLLER, C.H; SOUZA, A.G.C. de; NA-TONIO, I.C. Native fruit species of economic potential from Bra-Zilian Amazon. **Angewandfe Botanik**, v.68, p.4752, 1994.

MORTON, J. Bakuri. In: MORTON, J.F.(ed.). **Fruits of warm climates**. Miami: FL, 1987, p. 308. Disponível em: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/bakuri.html/>. Acesso em: 15 mar. 2021.

NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H. Ocorrência e distribuição geográfica do bacurizeiro. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 657-660, 2007.

SILVA, M. L. A.; SILVA, G. S.; VELOZO, C. O.; SILVA, W. F. N.; CONCEIÇÃO, G. M. Comercialização de frutos e subprodutos na feira livre da BR316 sentido Caxias/MA a Timon/MA, Brasil. **Agrarian Academy**, v. 3, n. 06, p. 137-149, 2016.

SILVA, R. G.; CHAVES, M. C. L.; ARNHOLD, E.; CRUZ, C. D. Repetibilidade e correlações fenotípicas de caracteres do fruto de bacuri no Estado do Maranhão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 587-591, 2009.

SOUSA, L. R. **Avaliação bromatológica de polpas congeladas artesanais de açaí (*Euterpe oleracea*), bacuri (*Platonia insignis*) e cajá (*Spondias mombin*) oriundas do município de Santa Quitéria do Maranhão–MA**. 2017. 47 p. Monografia (graduação) Curso de Ciências Naturais Química, Universidade Federal do Maranhão, 2017.

SOUZA, V. A. B.; VASCONCELOS, L. F. L.; ARAÚJO, E. C. E. Recursos genéticos do bacurizeiro na região Meio-Norte do Brasil. In: Lima, M. C. **In: Bacuri: Agrobiodiversidade**. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. P. 65-101, 2007.

TEIXEIRA, G.H. de A. **Frutos do bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.): caracterização, qualidade e conservação**. 2000. 106f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista.

TEIXEIRA, G.H.A.; DURIGAN, J.F.; LIMA, M.A.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C. Postharvest changes and respiratory pat-Tern of bacuri fruit (*Platonia insignis* Mart.) at different maturity Stages during ambient storage. **Acta Amazônica**, v.35, p.17-21, 2005.

## SOBRE OS ORGANIZADORES

**RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS** - Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura.

**FERNANDO FREITAS PINTO JÚNIOR** - Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Técnico em Edificações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA). Membro do Grupo Pesquisa em Fruticultura do Maranhão (FRUTIMA) e do Grupo de Estudo e Pesquisa em Bioinsumos no Maranhão (BIOIMA). Tem conhecimento e experiencia nas áreas de construção rural, forragicultura, fruticultura e propagação vegetal. Desenvolve pesquisas na área de Agronomia com ênfase em fitotecnia, propagação vegetal, produção e manejo de espécies vegetais, horticultura, fruticultura, proteção de plantas e promoção de crescimento vegetal com a utilização de bioinsumos. Lattes: http://lattes.cnpq.br/2110652316121025

**LUIZ ALBERTO MELO DE SOUSA** - Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Técnico em Agropecuária pela Casa Familiar Rural de Alto Alegre do Pindaré do Maranhão (CFR-AAP). Atualmente sou Diretor administrativo e de finanças da Startup "FrutimaTec: Conhecimento e Segurança para o fruticultor". Membro do Grupo Pesquisa em Fruticultura do Maranhão (Frutima) e do Grupo de Estudo e Pesquisa em Bioinsumos no Maranhão (BIOIMA). Desenvolvo pesquisas na área de Agronomia com ênfase em fitotecnia, propagação vegetal, produção e manejo de espécies vegetais, horticultura, fruticultura, proteção de plantas e promoção de crescimento vegetal com a utilização de bioinsumos. Lattes: http://lattes.cnpq.br/4039999947043150

## ÍNDICE REMISSIVO

### A



### B



### C

**D**



**E**



**F**



**H**



**I**



**L**



**M**

## T



## V

contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

# DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA CIENTÍFICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AGRONOMIA

Atena Editora
Ano 2022